

BUDAI EOCÉN ÉS OLIGOCÉN KORÚ AGYAGTARTALMÚ KŐZETEK MÉRNÖKGEOLÓGIAI ÉRTÉKELÉSE

Ph.D. értekezés téziséje

Görög Péter

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Tudományos vezető:

Dr. Török Ákos

Budapest, 2008

Tartalomjegyzék

1.	A kutatás előzményei.....	3
2.	Célkitűzések, módszerek.....	3
3.	Új tudományos eredmények	4
	1. tézis.....	4
	2. tézis.....	5
	3. tézis.....	7
	4. tézis.....	8
	5. tézis.....	11
4.	Az értekezés eredményeinek hasznosítási lehetőségei	12
5.	Jövőbeni kutatási lehetőségek.....	12
6.	Hivatkozások a tézisfüzetben, tudományos közlemények listája.....	12
	6.1. <i>Hivatkozások idegen szerzőkre</i>	<i>12</i>
	6.2. <i>Tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények.....</i>	<i>12</i>
	6.3. <i>További tudományos közlemények.....</i>	<i>13</i>

1. A kutatás előzményei

Napjainkban jóformán minden nagyobb létesítmény építése előtt a kőzetkörnyezettel való kölcsönhatást számítógépes modellekkel próbálják minél pontosabban leírni és előre jelezni. Budapesten is egyre több ilyen beruházással találkozunk, és a budai oldalon ezek legnagyobb része a kiscelli agyag vagy a budai márga kőzetkörnyezetbe kerül, így ezen kőzetek vizsgálata nagyon időszerű és fontos.

A számítógéppel modellezett mérnökgeológiai problémák megoldásának pontossága elsősorban a bemenő adatoktól függ, így azok precíz laboratóriumi meghatározása a mérnökgeológiai modell felépítésének alapja. A kőzetmechanikában a laboratóriumi vizsgálatok csupán a kőzettömb tulajdonságairól adnak részletes képet, a modell bemenő adatainak meghatározásához a létesítmény kőzetkörnyezetének tagoltsági jellemzőit is meg kell határozni. A laboratóriumi eredmények és a tagoltsági jellemzők ismeretében lehet a kőzettest szilárdsági paramétereit megadni. A mérnökgeológia célja, hogy a kőzettömb szilárdsági jellemzői és a tagoltsági jellemzők alapján minél használhatóbb és egyszerűbb összefüggéseket alkalmazzon a kőzettest szilárdságának meghatározására.

Kőzetek és talajok fizikai jellemzőinek vizsgálata matematikai statisztikai alapon a mérnökgeológia és a geotechnika tudományának egy fontos feladata. Carter és Bentley (1991) írja könyvének előszavában, hogy geológusoktól és mérnököktől gyakran várják el, hogy a talajok viselkedését akkor is leírják, és javaslatokat tegyenek, ha nagyon kevés laborvizsgálat van, vagy egyáltalán nem áll rendelkezésre laborvizsgálat. Ez esetben egyedül korábbi vizsgálatok adataira lehet hagyatkozni, ekkor nagymértékben megkönnyíti az adatszolgáltatást, ha ismert az adott réteg egyes fizikai tulajdonságainak az egymáshoz való viszonya, amit kizárólag matematikai statisztikai módszerekkel lehet meghatározni. Rétháti (1985) szerint pedig korábbi talajvizsgálatok adatainak statisztikai értékelése hasznos többletinformációt adhat új létesítmények tervezéséhez, különösen akkor, amikor geológiailag jól lehatárolható nagy kiterjedésű és viszonylag homogén rétegekről van szó.

2. Célkitűzések, módszerek

Az oligocén és eocén agyagtartalmú kőzetek mérnökgeológiai értékelése során a kiscelli agyaggal és a budai márgával foglalkoztam részletesen, a harmadik ilyen típusú kőzet, a tardi agyag vizsgálatát nem foglalja magába a munkám, hiszen ez az előző kettőhöz képest kevésbé elterjedt, sokszor nehezen ismerhető fel, így a fizikai tulajdonságait jellemző adatok is korlátozott mennyiségben állnak rendelkezésre.

A vizsgált kőzetek mérnökgeológiai értékelésén a kőzet- és talajfizikai jellemzők matematikai statisztikai vizsgálatát és az egyes jellemzők közötti statisztikai kapcsolat feltárását, továbbá a kőzettest osztályozását és szilárdsági jellemzőinek meghatározását értem. Értekezésem célja, hogy a két vizsgált kőzetnél statisztikai alapon olyan összefüggéseket állítsak fel, amelyek jó kapcsolatot jelentenek egyes fizikai (szilárdsági) jellemzők között (pl. testsűrűség – rugalmassági modulus, egyirányú nyomószilárdság – rugalmassági modulus, konzisztencia-index – összenyomódási modulus). A paraméterek közötti kapcsolatot légszáraz és vízzel telített állapotban is elemeztem. Emellett egy olyan módszer kidolgozását is terveztem, amely alapján a budai márga kőzettest szilárdsági jellemzői egyszerűen meghatározhatók, akkor is, amikor a kőzettest olyan gyenge állapotú, hogy a szokásos laboratóriumi vizsgálatok nem alkalmazhatóak a kőzettömb jellemzésére. Mindemellett tapasztalataim szerint a mérnöki gyakorlatban olyan összefüggés kidolgozása is hasznos, amely alapján a szabadon álló budai márgafal állékonyságának biztonsága akár a helyszínen is megbecsülhető.

A kitűzött cél megvalósításához a vizsgált kőzetek fizikai jellemzőinek összegyűjtése és ezen adatsorok kiegészítésére laboratóriumi vizsgálatok készítése volt szükséges. Az így

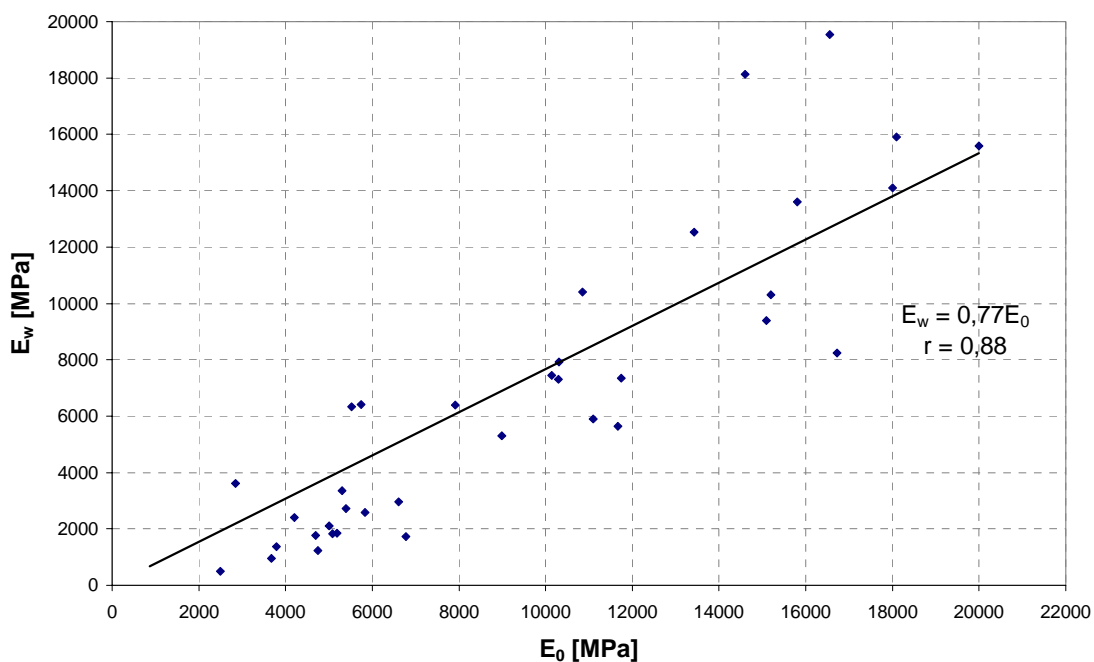
összegeült adathalmazt a matematikai statisztika módszereivel vizsgáltam. A statisztikai értékeléshez a két közettípusból összesen csaknem 4000 adatot dolgoztam fel, amely több mint 900 közetminta vizsgálatából származik, ezek közül közettípusonként 200-200 darab a saját vizsgálati eredmény. A budai márga közettest általános értékeléséhez 23 db magfűrés és több felszíni feltárás értékelését kellett elvégezni. Ezen eredmények alapján a budai márgánál rendszerbe foglaltam a laboratóriumban meghatározott közettömb szilárdsági jellemzőinek közettestre való kiterjesztését.

3. Új tudományos eredmények

1. tétel

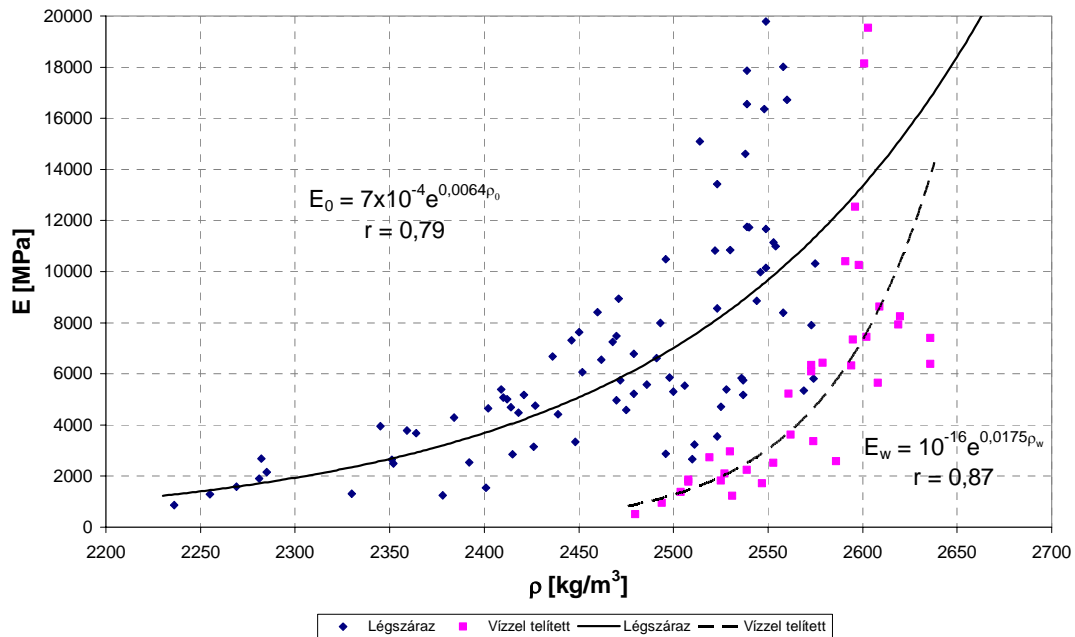
A budai márga rugalmassági modulusának légszáraz és vízzel telített állapota, testsűrűsége és rugalmassági modulusa, valamint az egyirányú nyomószilárdsága és a rugalmassági modulusa között mind légszáraz, mind vízzel telített állapotra vonatkozó matematikai összefüggéseket határoztam meg.

A rugalmassági modulus légszáraz és vízzel telített állapota közötti kapcsolatot az $E_w = 0,77 E_0$ egyenlet írja le, az összefüggés korrelációs együtthatója: $r = 0,88$ (1. ábra). Eszerint, ha csak légszáraz állapotú vizsgálati eredmény áll rendelkezésre, akkor is meghatározható a budai márga vízzel telített állapotú rugalmassági modulusa (Görög 2006, 2007a).



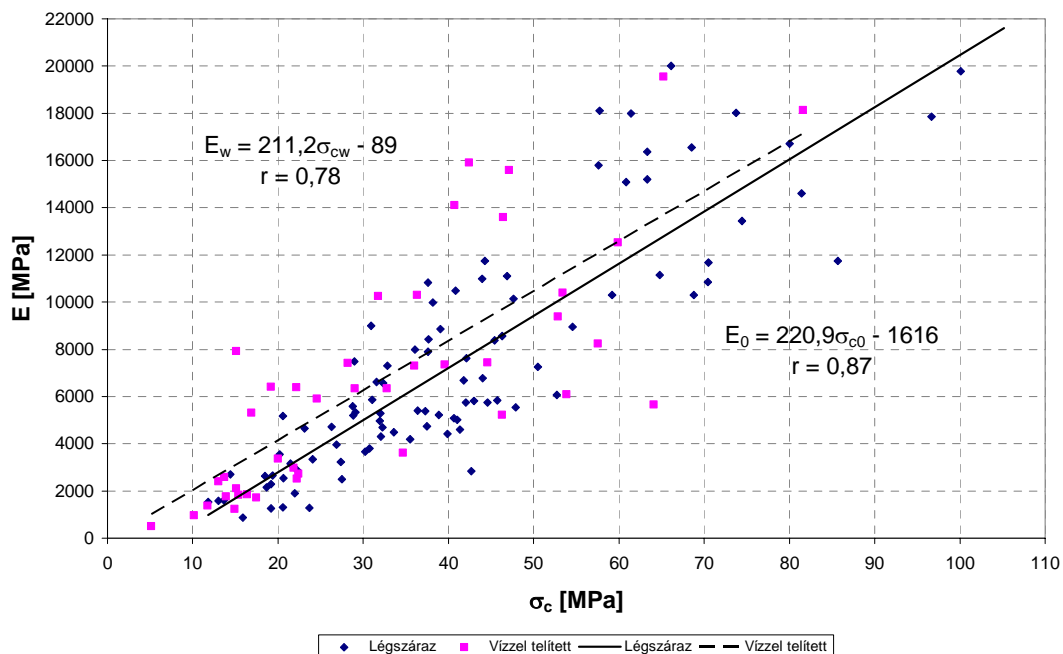
1. ábra. Összefüggés a budai márga légszáraz és vízzel telített állapotú rugalmassági modulusa között

Összefüggést dolgoztam ki a budai márga testsűrűsége és rugalmassági modulusa között légszáraz: $E_0 = 7 \times 10^{-4} e^{0,0064 \rho_0}$ ($r = 0,79$) és vízzel telített állapotra: $E_w = 10^{-16} e^{0,0175 \rho_w}$ ($r = 0,87$) (2. ábra). Ezek alapján a budai márga testsűrűségének ismeretében becsülhető a rugalmassági modulus értéke (Görög 2006, 2007a).



2. ábra. Összefüggés a budai márga rugalmassági modulusa és testsűrűsége között légszáraz és telített állapotban

A budai márga rugalmassági modulusa és egyirányú nyomószilárdsága között is jó kapcsolatot mutattam ki, mind légszáraz: $E_0 = 220,9 \sigma_{c0} - 1616$ ($r = 0,87$), mind vízzel telített állapotban: $E_w = 211,2 \sigma_{cw} - 89$ ($r = 0,78$) (3. ábra). Az egyirányú nyomószilárdságból így a rugalmassági modulus értéke is megbecsülhető (Görög 2006, 2007a).

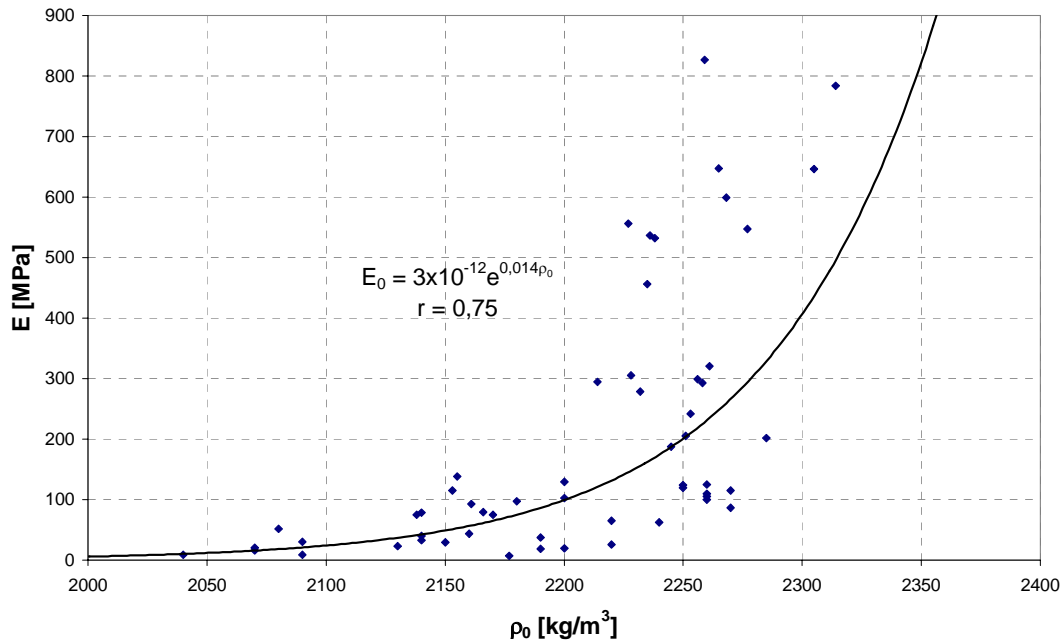


3. ábra. Összefüggés a budai márga egyirányú nyomószilárdsága és rugalmassági modulusa között légszáraz és vízzel telített állapotban

2. tézis

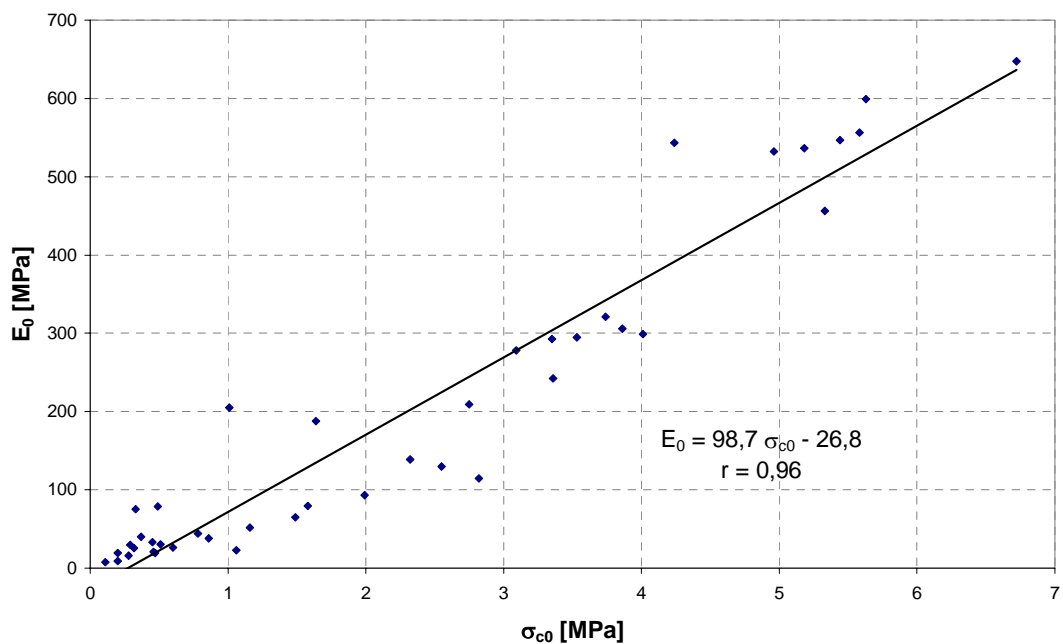
Összefüggéseket határoztam meg a szürke kiscelli agyag légszáraz állapotú testsűrűsége és rugalmassági modulusa, a légszáraz állapotú egyirányú nyomószilárdsága és rugalmassági modulusa között, valamint megadtam külön a sárga és szürke agyagvázlatra vonatkozó konzisztencia-index és összenyomódási modulus kapcsolatát.

Saját laboratóriumi vizsgálatok és kis részben adatgyűjtés eredményeként a szürke kiscelli agyagra a budai márgához hasonlóan rugalmassági modulus – testsűrűség és rugalmassági modulus – egyirányú nyomószilárdság adatsorokat értékeltem. Ezeket feldolgozva a szürke kiscelli agyagra is meghatároztam a testsűrűség és a rugalmassági modulus kapcsolatát légszáraz állapotban. A budai márgához hasonlóan itt is exponenciális görbe illeszkedett legjobban a ponthalmazra: $E_0 = 3 \times 10^{-12} e^{0,014 \rho_0}$, a korrelációs tényező értéke $r = 0,75$ -re adódott (4. ábra).



4. ábra. Összefüggés a szürke kiscelli agyag rugalmassági modulusa és nedves testsűrűsége között

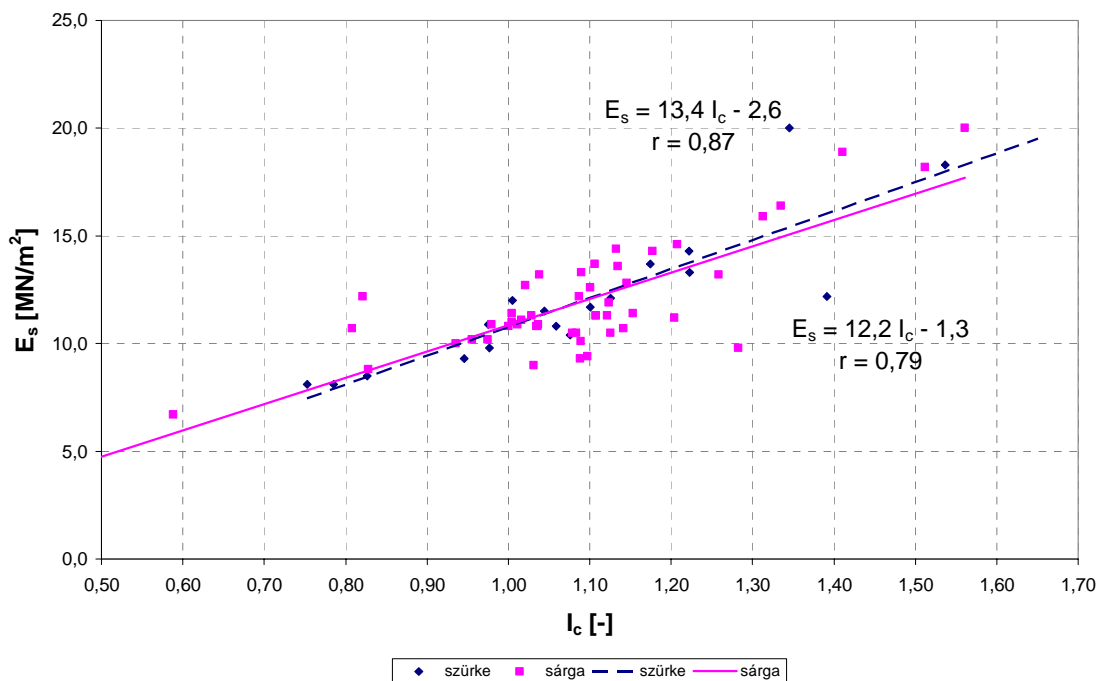
A rugalmassági modulus és az egyirányú nyomószilárdság ponthalmazára lineáris egyenletet illesztettem: $E_0 = 98,7 \sigma_{c0} - 26,8$, a korrelációs tényező értéke $r = 0,96$ -ra adódott (5. ábra).



5. ábra. Összefüggés a szürke kiscelli agyag rugalmassági modulusa és egyirányú nyomószilárdsága között

E két összefüggés segítségével a szürke kiscelli agyag rugalmassági modulusa becsülhető a testsűrűségéből, illetve az egyirányú nyomószilárdságból.

A kiscelli agyag sárga változatánál az $E_s [MN/m^2] = 12,2 I_c - 1,3$ egyenlet alapján, míg a szürke változatánál az $E_s [MN/m^2] = 13,4 I_c - 2,6$ összefüggés alapján becsülhető az összenyomódási modulus értéke a konzisztencia-indexből (6. ábra). A kapcsolat korrelációs tényezője a sárga változatnál $r = 0,79$ -re, a szürke változatnál pedig $r = 0,87$ -re adódott. A szürke kiscelli agyag esetén, az 1,00-nél kisebb konzisztencia-index előfordulása ritkább, az összegyűjtött adatok is ezt támasztják alá, ezért az erre vonatkozó összefüggés érvényessége $I_c \geq 1,00$ esetén áll fenn (Görög 2007b, 2007c). Tapasztalataim szerint a kiscelli agyag más fizikai jellemzői terén nagyobb különbség adódik a kiscelli agyag két változata között, mint az itt vizsgált összenyomódási modulus esetén (Görög és Török 2007).


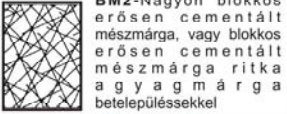
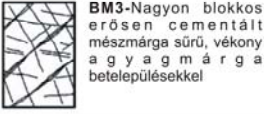
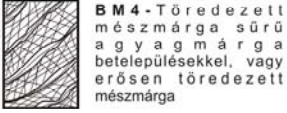
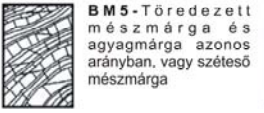

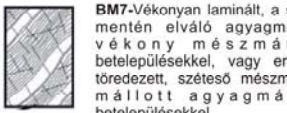
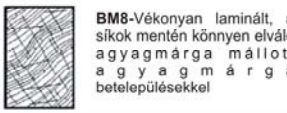



6. ábra. Összefüggés a kiscelli agyag konzisztencia-indexe és összenyomódási modulusa között

3. tézis

Elméleti megfontolások alapján a budai márga kőzettestek osztályozására a GSI rendszert is figyelembe vevő, grafikus összefüggést állítottam fel.

A budai márgára kidolgoztam a nemzetközileg használt GSI módszer alkalmazhatóságát. Az athéni flisre készült, heterogén kőzettestekre vonatkozó GSI grafikon alapján (Marinos és Hoek 2001), a budai márga kőzettestek vizsgálatának tapasztalatai és az eredeti elvek figyelembevételével, elméleti úton elkészítettem a budai márgára vonatkozó grafikont (7. ábra), aminek a segítségével a geológiai szilárdsági index értéke budai márga kőzettestre egyszerűbben meghatározható (Görög 2007d).

GEOLOGIAI SZILÁRDSÁGI INDEX (GSI) MEGHATÁROZÁSA			TAGOLÓ FELÜLET ÁLLAPOTA								
HETEROGÉN KÖZETTEST ESETÉN A BUDAI MÁRGÁRA VONATKOZTATVA			NAGYON JÓ - nagyon érdes és üde felületek	JÓ - érdes, kissé mállott vagy vasfoltos felületek	TÜRHEŐ - síma és mérsékeltlen mállott felületek	GYENGE - símára kopott, erősen mállott felületek vagy szögletes törmelékkel kitöltött réteg	NAGYON GYENGE - puha agyaggal kitöltött, símára kopott és erősen mállott felületek				
ÖSSZETÉTEL, SZERKEZET			80	70	60	50	40	30	20	10	5
	BM1 -Blokkos erősen cementált mészmárga			BM1							
	BM2 -Nagyon blokkos erősen cementált mészmárga, vagy blokkos erősen cementált mészmárga ritka agyagmárga betelepülésekkel			BM2	BM3						
	BM4 -Töredezett mészmárga sűrű agyagmárga betelepülésekkel, vagy erősen töredezett mészmárga			BM4	BM5						
	BM6 -Töredezett agyagmárga mészmárga betelepülésekkel						BM6				
	BM7 -Vékonyan laminált, a síkok mentén elváló agyagmárga vékony mészmárga betelepülésekkel, vagy erősen töredezett, széteső mészmárga mállott agyagmárga betelepülésekkel						BM7				
	BM8 -Vékonyan laminált, a síkok mentén könnyen elváló agyagmárga mállott agyagmárga betelepülésekkel						BM8				
								BM9			

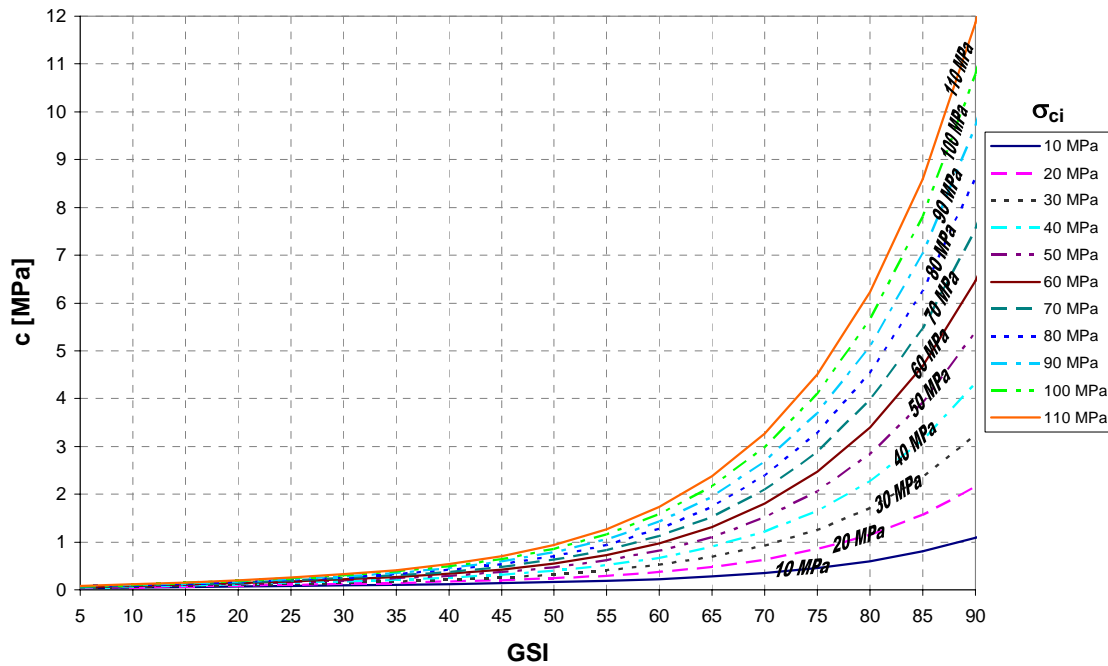
7. ábra. A GSI érték meghatározása budai márga kőzettestre

4. tézis

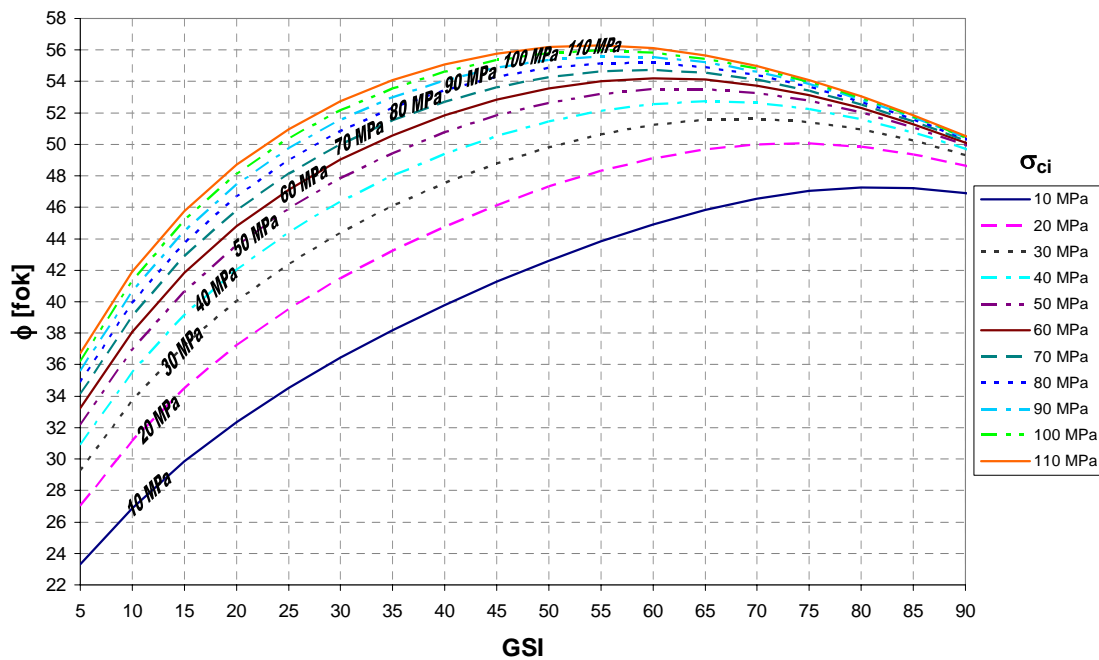
A budai márga kőzettest kohéziójának és belső súrlódási szögének meghatározására a GSI érték és a kőzettömb egyirányú nyomószilárdságának függvényében grafikonokat készítettem, továbbá alkalmassá tettem ezeket rossz minőségű kőzettestek értékelésére is az egyirányú nyomószilárdság - pontszilárdság összefüggés meghatározásával.

A GSI érték és a Hoek-Brown-törési kritérium alkalmazásával grafikonokat készítettem a budai márga kőzettest nyírószilárdsági jellemzőinek meghatározására. Ezek segítségével a kőzettest GSI értéke és a kőzettömb egyirányú nyomószilárdsága ismeretében mind a kőzettest kohéziója (**8. ábra**), mind belső súrlódási szöge (**9. ábra**) egyszerűen leolvasható.

A grafikonok elkészítéséhez laboratóriumi vizsgálatok alapján meg kellett határoznom a budai márga kőzettömbre vonatkozó Hoek-Brown-állandót, ami $m_i = 7,2$ -re adódott. A kőzettest nyírószilárdsági jellemzőinek értéke ezek mellett függ a felszín alatti mélységtől is. A grafikonokat úgy készítettem, hogy a felszín alatti 20 m-es mélységig alkalmazhatóak, de ennél mélyebb zónára is kidolgozhatók, a budai építkezések nagy részénél általában nincs szükség 20 m-nél mélyebb munkagödör kialakítására (Görög 2007d).



8. ábra. A budai márga kőzettest kohéziója az ép kőzet (kőzettömb) egyirányú nyomószilárdsága és a GSI érték függvényében

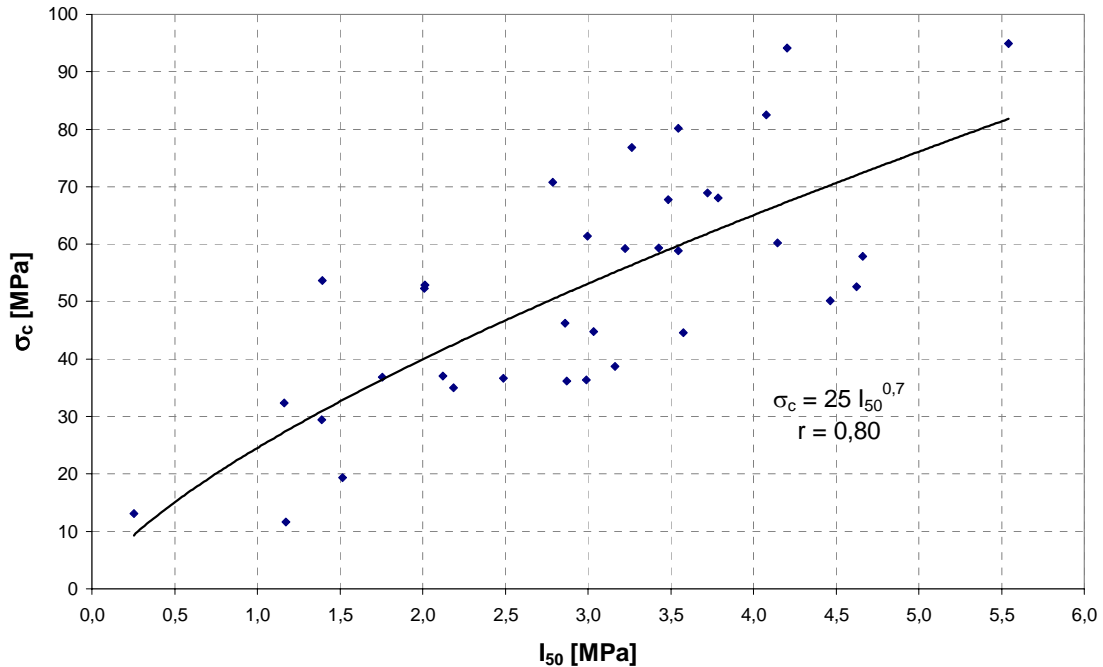


9. ábra. A budai márga kőzettest súrlódási szöge az ép kőzet (kőzettömb) egyirányú nyomószilárdsága és a GSI érték függvényében

A grafikonokat olyan esetre is elkészítettem, amikor a kőzettest rossz minőségű, ez esetben a pontszilárdság és a GSI érték ismeretében is meghatározhatóak a kőzettest nyírószilárdsági jellemzői (Görög 2007d). Ennek érdekében párhuzamosan vizsgáltam a budai márga egyirányú nyomószilárdságát és pontszilárdságát. A kapott eredmények összevetésével megfelelő kapcsolatot mutattam ki a két különböző módszerrel meghatározott szilárdsági értékek között. Ezáltal a pontszilárdság ismeretében a $\sigma_c = 25 I_{50}^{0,7}$ egyenlet alapján számítható a kőzet egyirányú nyomószilárdsága, a korrelációs tényező értéke $r = 0,80$ -ra adódott (10. ábra). Az összefüggés jelentősége, hogy a pontszilárdság egyszerűen a

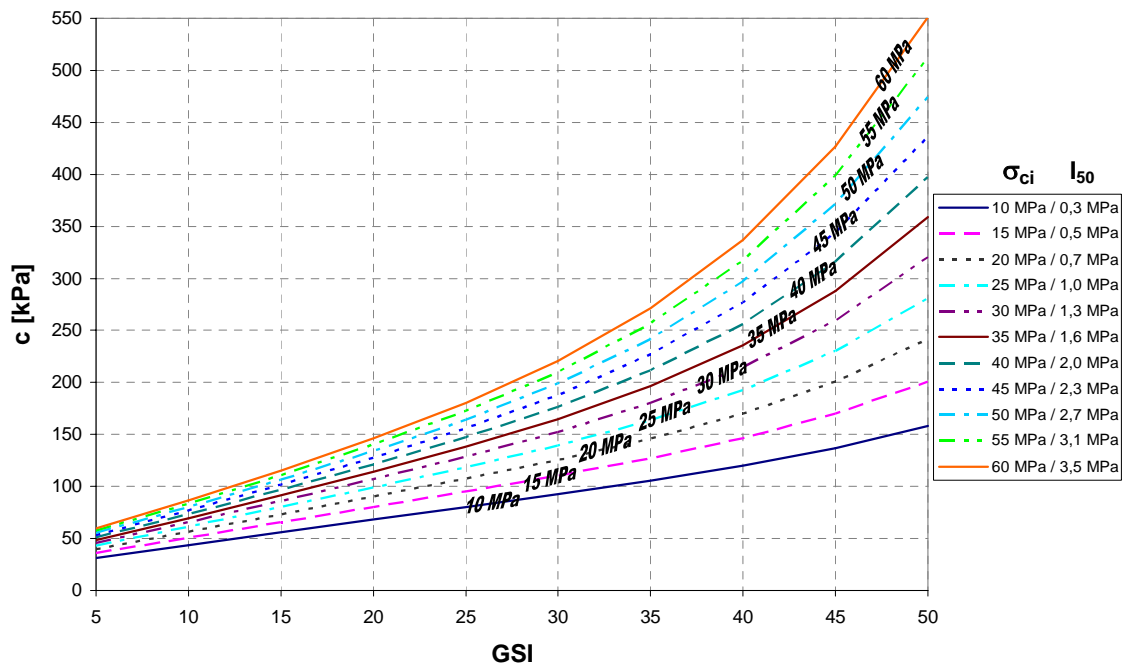
helyszínen is meghatározható, akkor is, ha a kőzet töredezett és szabályos próbatest nem készíthető belőle (Görög 2007d).

Megjegyzem, hogy az egyenletben szereplő egyirányú nyomószilárdság 2:1 arányú 50 mm átmérőjű próbatestekre, a pontszilárdság pedig 50 mm átmérőjű próbatestekre vonatkozik.

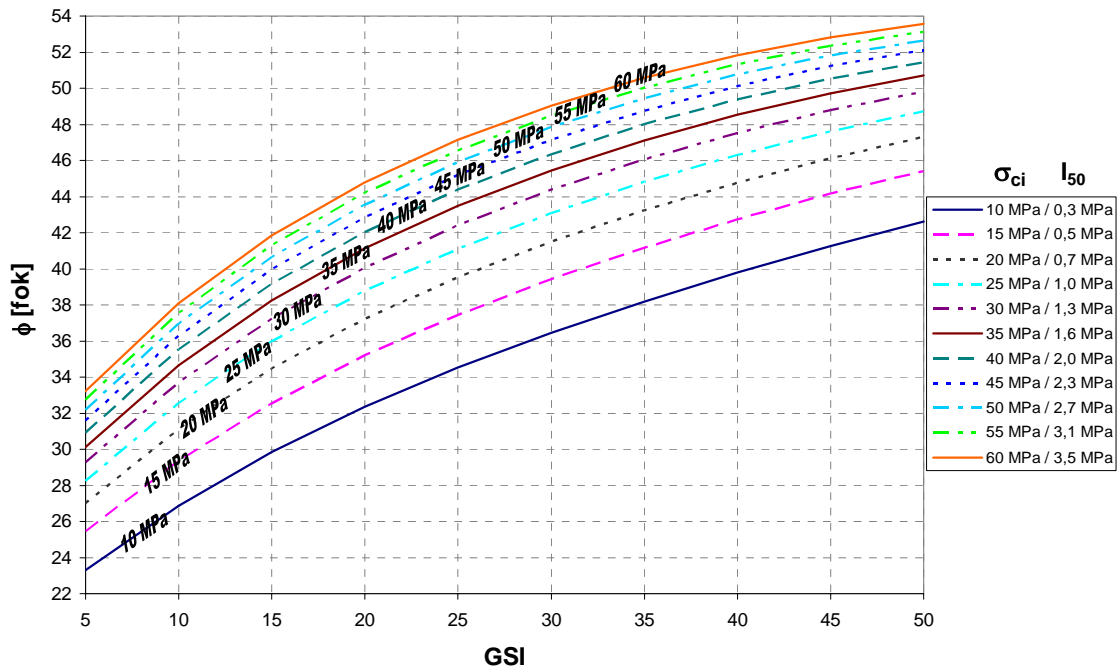


10. ábra. Összefüggés a budai márga egyirányú nyomószilárdsága és pontszilárdsága között

A rossz minőségű kőzetre vonatkozó grafikonokon az egyirányú nyomószilárdság mellett feltüntettem az egyenértékű pontszilárdság értékeit is (11-12. ábra).



11. ábra. Töredezett állapotú budai márga kőzetest kohéziója a GSI érték, a kőzetest egyirányú nyomószilárdsága vagy a vele egyenértékű pontszilárdság függvényében

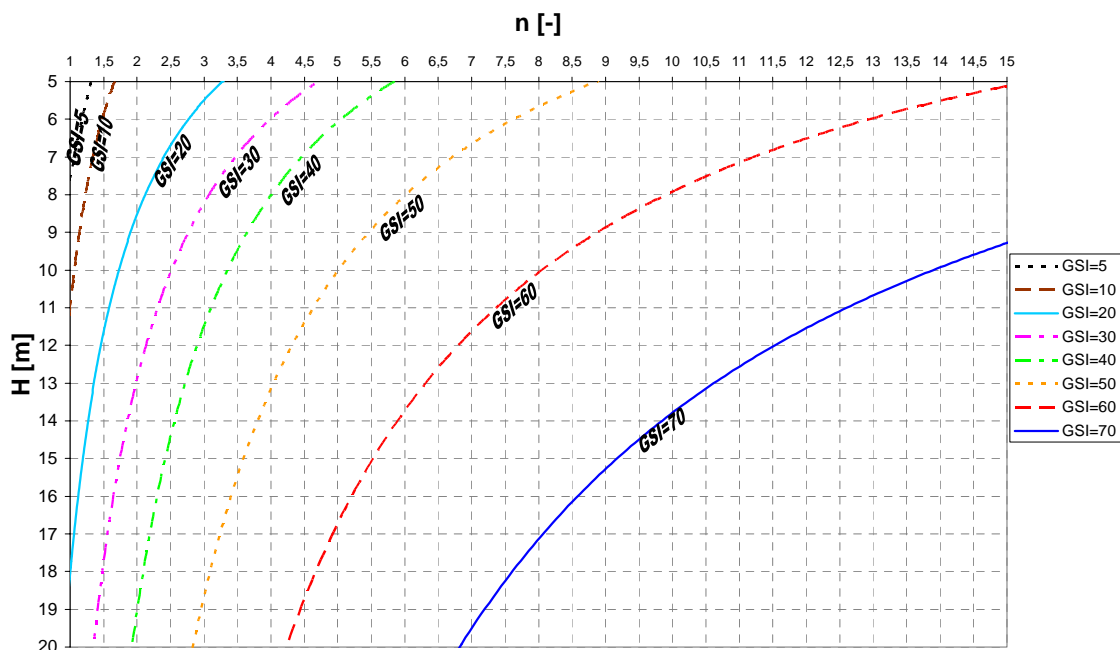


12. ábra. Töredezett állapotú budai márga kőzettest súrlódási szöge a GSI érték, a kőzettömb egyirányú nyomószilárdsága vagy a vele egyenértékű pontszilárdság függvényében

5. tézis

Szabadon álló, átlagos szilárdságú kőzettömbökből felépülő márgafal állékonysági biztonságának meghatározására a GSI érték és a fal magasságának függvényében grafikus összefüggést dolgoztam ki.

A grafikonról a falmagasság és a kőzettest GSI értékének függvényében leolvasható a szabadon álló fal biztonsága (13. ábra). A grafikon készítésénél figyelembe vett átlagos egyirányú nyomószilárdság értéke 40 MPa. A grafikonon itt is maximum 20 m magasságú fal esetén használható (Görög 2007d).



13. ábra. Szabadon álló budai márgafal biztonsága a GSI érték és a falmagasság függvényében

A grafikon megalkotásának jelentősége az, hogy sok esetben kell gyorsan véleményt nyilvánítani már kiemelt budai márga munkagödör állékonyságáról. A grafikon segítségével ez akár a helyszínen is elvégezhető, a fal biztonsága jó közelítéssel megbecsülhető.

A grafikon alkalmazhatóságánál azonban figyelembe kell venni a fal síkját, a rétegződést, valamint a tektonikai síkokat és ezek kedvezőtlen iránya esetén más és ennél részletesebb elemzés szükséges.

4. Az értekezés eredményeinek hasznosítási lehetőségei

Az egyes kőzet- és talajfizikai jellemzők közötti összefüggések jól használhatóak előtervezésnél, illetve előzetes mérnökgeológiai, geotechnikai adatszolgáltatásnál az egyes fizikai jellemzők becslésére. A kőzettest értékelésére, meghatározására kidolgozott rendszer nagymértékben leegyszerűsíti a szilárdsági jellemzők meghatározását, továbbá a kidolgozott grafikonok lehetővé teszik a kőzettest szilárdságának és a szabadon álló függőleges márgafal állékonyságának a becslését, nagymértékben megkönnyítik budai márgában készülő mélygarázsok és egyéb létesítmények munkatér határolásának tervezését.

5. Jövőbeni kutatási lehetőségek

A statisztikai vizsgálatok eredményei újabb adatok feldolgozásával tovább pontosíthatók, más területekre is kiterjeszthetők, illetve a nyírószilárdság becslésére is kidolgozhatóak összefüggések. Nagyobb létesítmények építésénél helyszíni, szilárdság- és alakváltozás-mérésekkel ellenőrizni és pontosítani lehetne az itt elméleti úton meghatározott kőzettestre vonatkozó összefüggéseket.

6. Hivatkozások a tézisfüzetben, tudományos közlemények listája

6.1. Hivatkozások idegen szerzőkre

- Carter, M., Bentley, S. P. 1991. Correlations of soil properties, Penetech Press, London, 130 p.
 Marinos, P., Hoek, E. 2001. Estimating the geotechnical properties of heterogenous rock masses such as flysch. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 60, 85-92.
 Rétháti László 1985. Valószínűségelméleti megoldások a geotechnikában. Akadémiai Kiadó, Budapest, 393 p.

6.2. Tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények

Idegen nyelvű lektorált folyóiratcikk [Web of Science]

- [1] **Görög P., Török Á.** 2007. Slope stability assessment of weathered clay by using field data and computer modelling: a case study from Budapest. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 7, 417-422, (IF:0,88, 2006).

Idegen nyelvű lektorált folyóiratcikk [Scopus]

- [2] **Görög P.** 2007a. Characterization and the mechanical properties of the eocene buda marl. Central European Geology, 50, 3, 241-258.
 [3] **Görög P.** 2007b. Engineering geologic properties of the Oligocene Kiscell Clay. Central European Geology, 50, 4, (in press).

Magyar nyelvű lektorált folyóiratcikk

- [4] **Görög P.** 2007c. A kiscelli agyag fizikai jellemzőinek statisztikai vizsgálata. Mélyépítés, 4, 18-25.

Magyar nyelvű konferencia kiadványában megjelent lektorált cikk

- [5] **Görög P.** 2006. A „puha” kőzet és „kemény” talaj problematikájának bemutatása a budai márga vizsgálata alapján. In: Török Á. – Vásárhelyi B. (szerk.) Mérnökgeológia-Kőzetmechanika 2006. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 59-72.

- [6] **Görög P.** 2007d. A geológiai szilárdsági index alkalmazása budai márga kőzetkörnyezetre. Mérnökgeológia-Kőzetmechanika 2007. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 25-40.

6.3. További tudományos közlemények

Magyar nyelvű lektorált folyóiratcikk

- [7] Czap Z., **Görög P.**, Kleb B. 2003. Mentett oldalon (A hasznosi völgyzárógát állékonyság-vizsgálata). Mélyépítés, 4, 10-14.
- [8] Hajnal G., Kleb B., **Görög P.**, Török Á. 2005. A Rác fürdő térségének mérnökgeológiai és hidrogeológiai értékelése. Hidrológiai Közlöny, 85, 5, 63-67.
- [9] **Görög P.**, Pápay Z., Török Á. 2006. Pinceállékonyság-vizsgálat végeselemes módszerrel. Mélyépítés, 4, 24-28.

Idegen nyelvű konferencia kiadványában megjelent lektorált cikk

- [10] Czap Z., **Görög P.**, Kleb B., Török Á. 2004. Comparison of geotechnical softwares in solving slope stability problems: dam of Hasznos. II. PhD. Civil Expo conference, Budapest, 29-30. January 2004, 53-59.
- [11] **Görög P.**, Török Á. 2005. Stability analysis of clay slopes of Budapest. Geoline conference, Lyon, 23-25. May 2005, 8 p.
- [12] **Görög P.**, Török Á. 2006. Stability problems of abandoned clay pits in Budapest. IAEG conference, Nottingham, 6-10. September 2006, 6 p.
- [13] **Görög P.**, Török Á. 2007. Comparative analyses of slope stability by using geotechnical softwares: Oligocene clay slopes in ancient brick yards of Budapest. ECSMGE conference, Madrid, 24-27. September 2007, 5 p.

Magyar nyelvű konferencia kiadványában megjelent lektorált cikk

- [14] **Görög P.** 2003. A hasznosi völgyzárógát vizsgálata Geo4 szoftverrel. In: Török Á. (szerk.) Mérnökgeológiai jubileumi konferencia kiadványa. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 325-333.
- [15] **Görög P.** 2005. A lejtőstabilitás kérdése budai agyagokban az óbudai agyagbányák példáján bemutatva. In: Barna Zs, Józsa Zs. (szerk.) Doktori kutatások a BME Építőmérnöki Karán, 2005. március 2., Budapest, 22-28.
- [16] Petik Cs., Török Á., Kleb B., **Görög P.** 2007. Budavár Várgarázs szerkezettervezési és mérnökgeológiai kérdései. In: Török Á. – Vásárhelyi B. (szerk.) Mérnökgeológia-Kőzetmechanika 2007. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 115-126.
- [17] Török Á., Kleb B., **Görög P.**, Hajnal G., Lorberer Á., Vásárhelyi B. 2007. A Gellért-hegyi sikló mérnökgeológiája. Mérnökgeológia-Kőzetmechanika 2007. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 63-74.

Nemzetközi konferenciák kiadványában megjelent rövid összefoglaló

- [18] **Görög P.**, Török Á. 2005. Slope stability assessment of weathered clay by using field data and computer modelling: a case study from Budapest. General Assembly of the European Geosciences Union, Vienna, 24-29. April 2005.
- [19] **Görög P.**, Pápay Z., Török Á. 2006. Hazards of quarrying activity: a finite element modeling of human-induced risk of land subsidence above cellar systems cut into porous limestone. General Assembly of the European Geosciences Union, Vienna, 02-07. April 2006.

Magyar nyelvű konferenciákon csak szóban elhangzott előadás – nem publikáció értékű munkák

- [20] **Görög P.** 2003. A hasznosi völgyzárógát állékonyságvizsgálata. Földtani veszélyforrások konferencia, Paks, 2003. május 29-30.
- [21] Czap Z., **Görög P.**, Kleb B., Török Á. 2003. Geotechnikai szoftverek bemutatása a hasznosi völgyzárógát példáján. Geotechnika 2003 Konferencia, Ráckeve, 2003. november 4-5.
- [22] **Görög P.** 2005. Óbudai agyagbánya állékonysági vizsgálatai. Tudományos ülészak Palotás László születésének 100. évfordulójára, 2005. január 26-27.

- [23] **Görög P.**, Pápay Z., Török Á. 2006. Durva mészkőbe vájt pincék állékonyságának vizsgálata véges elemes módszerrel. Geotechnika 2006 Konferencia, Ráckeve, 2006. október 17-18.
- [24] Török Á., Kleb B., Hajnal G., Vásárhelyi B., **Görög P.**, Lorberer Á., Kopecskó K., Léber T. 2007. A Gellért-hegyi sikló mérnökgeológiai és hidrogeológiai vizsgálta. Geotechnika 2007 Konferencia, Ráckeve, 2007. október 16-17.

Magyar nyelvű poszterbemutató – nem publikáció értékű munkák

- [25] **Görög P.** 2002. A földtani környezet kihatása a hasznosi völgyzárógát tartósságára, Történeti Tartószerkezetek Konferencia poszterbemutató, Kolozsvár 2002. október 17.