

## Építési terület munkagödöréből kikerülő márga tulajdonságai, hasznosíthatósága

Török Ákos

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék  
torokakos@mail.bme.hu

Görög Péter

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék  
gorog.peter@gmail.com

### Összefoglalás

A mélyalapozású épületeknél és a nagyobb munkagödrök kialakításánál jelentős mennyiségű kőzetanyag kitermelésével kell számolni. A kiemelt anyag elhelyezése előtt annak tulajdonságait és összetételét fel kell mérni ahhoz, hogy megfelelő tároló helyre kerüljön. A cikk egy eocén budai márgába kialakított mélygarázs, a Várbazár építése során kiemelt mészmárga kőzetanyag példáján keresztül mutatja be az elhelyezéshez szükséges vizsgálatsorokat. Az elemzések mind az építési terület helyszínén vett mintákból, mind a lerakókra kiszállított márgából készültek. A teljes szénhidrogén elemzések (TPH-GC) eredményei alapján jól elkülöníthetők a szürke és a sárgásbarna márga minták. A különbség a felszín közeli mállásra utal. A toxikus fémtartalmat negatívan befolyásolhatja a nagy szilárdságú mészmárga kitermeléséhez használt bontó berendezések kopásából származó komponensek.

*Kulcsszavak: munkagödör, márga, összetétel, lerakás, TPH-GC*

### 1 BEVEZETÉS

A városi területek fejlődésével, az urbanizációs fokozódásával a felszín alatti területek egyre értékesebbé válnak. Ennek következtében mélygarázsok vagy olyan irodaházak és középületek épülnek, amelyek még a korábbinál is nagyobb kőzet/talaj tömeg megmozgatását és kiemelését teszik szükségessé. Az ilyen mértékű kőzetanyag elhelyezése komoly tájképi és környezeti hatással jár. A jelen cikk egy a Budai Várhegy oldalán kialakított nagyméretű munkagödörből származó márga kőzetanyag elhelyezését mutatja be. Az itt közölt eredmények és adatok, valamint az alkalmazott módszertan ki-terjeszhető más területekről származó kőzetanyag elhelyezésére is.

### 2 ÉPÍTÉSI HELYSZÍN BEMUTATÁSA

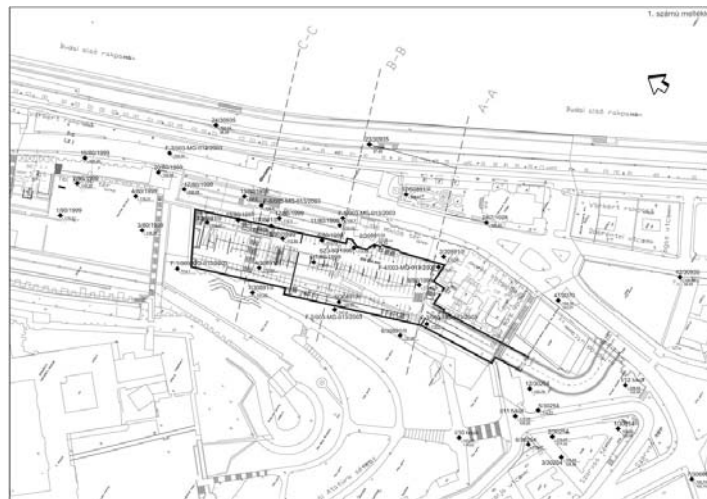
A Budapesten az I. kerületben, Budai Várhegy DNY-i, Dunára néző oldalán a található Várbazár épület együttese (1. ábra). A Várkert Bazárt Ybl Miklós tervein alapján építették 1875 és 1883 között neoreneszánsz stílusban. Az épületet a háborús károk után részben felújították és Ifjúsági parkként üzemelt. Ezt követően bezárták. A leromlott épületegyüttes felújításáról csak az utóbbi években döntöttek. A felújítással összefüggésben kezdődtek meg a feltárások és a terület komplex mérnökgeológiai-geotechnikai vizsgálata (2. ábra). Az építés munkálatai a 2012-es közbeszerzést követően gyorsan megindultak és 2104-re a felszíni területet át is adták. A beruházás során a tervek szerint háromszintes közel 300 gépjármű befogadására szolgáló garázs készült el (3. ábra).

A terület földtani felépítésére jellemző, hogy a felső triász dolomitot feltáró várhegyi fúrást nem számítva a hegy legidősebb feltárt kőzete a Budai Márga Formációba sorolható márga és mészmárga (Krolopp et al. 1976, Hajnal et al. 2012, Török 2012). A márgára települő oligocén korú Tardi Agyag

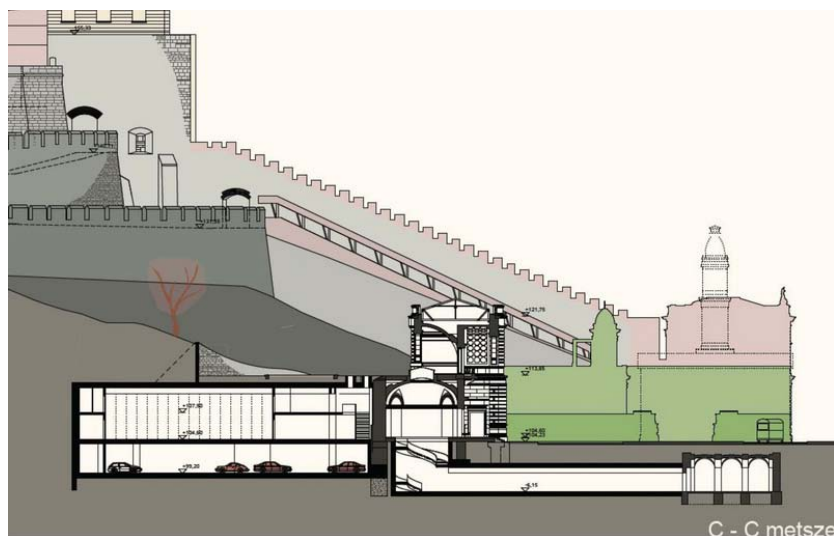
és Kiscelli Agyag Formációba sorolható kőzetek itt a mélygarázs területén nem jelentek meg (Czinder et al. 2013). A Várhegyet beborító pleisztocén édesvízi mészkő sem volt jellemző a vizsgált területre. Az építkezés munkagödre jellemzően a Budai Márga Formációba sorolható szürke és sárgásszürke mészmárgát tárt fel (4. ábra).



**1. ábra.** Várbazár elhelyezkedése Budapesten



**2. ábra.** Vizsgált terület



**3. ábra.** A mélygarázs metszete



**4. ábra.** A Várbazárnál kialakítandó mélygarázs a feltárt és már nagyrészt kiemelt márga rétegekkel

Az építkezés során a vizsgálatok idején 2013. nyarára, már több mint 120.000 m<sup>3</sup> márgát emeltek ki a területéről. A mélygarázs területéről három helyre szállítottak ki anyagot: Gyálra, a Kopaszi-gátra valamint a Galvani utca melletti területre. Előbbi két helyszínre nagyobb mennyiséget, míg utóbbira csak pár ezer köbmétert.

### 3 VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

A vizsgálatok célja a márga összetételének meghatározása, és a munkagödörben található, és a kiszállított anyag környezetre kockázatos összetevőinek azonosítása volt. A három szállítási helyszín mellett referenciaként a mélygarázs területét is vizsgálati helyszíneként tartottuk számon. Minden vizsgálati területen a márga különböző változataival találkoztunk.

Először a márga közettani jellemzőit határoztuk meg a terepen. Ezt követően került sor a mintavételre. A mintavételezés során, a mélygarázs területén a mintavétel a cölöpök közötti zavartalan részből történt. Olyan helyen, ahol nem végeztek a közelben horgonyzást (5. ábra). A lerakókról származó minták mintavételi helyeit és egyes minta típusokat a 6-8. ábrák mutatják.



**5. ábra.** Mintavételi helyszín a Várbazár munkagödrében a cölöpök közötti részből



**6. ábra.** A Kopaszi-gát melletti lerakó és az egyik mintavételi hely



**7. ábra.** A Galvani úti lerakó, mintavétel helyszíne

A mintavételezést követően a mintákat laboratóriumba szállítottuk, majd ezt követően homogenizáltuk. A minták összetételét a márgában az építkezés következtében potenciálisan megjelenő, a környezetre káros komponensek meghatározásár koncentrálnva végeztük el. Ennek megfelelően a potenciális szénhidrogén komponensek meghatározására gázkromatográffal ún. TPH (Total Petroleum Hydrocarbon) elemzést végeztettünk (TPH-GC). Ezen felül az elemi összetevők közül a toxikus fém és félfém koncentrációkat határoztuk meg ICP-MS vizsgálatokkal.



**8. ábra.** A Gyál melletti egyik mintavételi helyszín

#### 4 EREDMÉNYEK

A vizsgált területeken előforduló kőzet mészmárga volt. A Várhegy területén előforduló eocén mészmárga a korábbi vizsgálatok alapján nagy szilárdságú erősen cementált kőzet (Görög 2008, Czinder et al. 2013). A terepi mintavétel során a mészmárga két színben eltérő változatát lehetett azonosítani: s az üde szürke mészmárgát és a mállott, oxidálódott sárga mészmárgát (9. ábra). Ez a felosztás azért is fontos, mert a különböző színek különböző kémiai összetételt is jelzik, ami az egyes vizsgálati komponensek eredményeit is befolyásolják.



**9. ábra.** A márga üde szürke (bal oldali kép) és mállott, oxidálódott sárga (jobb) változata

A minták teljes szénhidrogén tartalmának gázkromatográfus elemzési eredményeit az 1. táblázat tartalmazza. A márga minták elemin összetételét fém és félfém tartalmát a 2. táblázat összegzi.

**1. táblázat.** Néhány jellemző minta TPH-GC vizsgálati eredményei

Minta jele	TPH-GC [mg/kg]
Várkert 1	51,7
Várkert 2	8,9
Kopaszi 1	79,3
Kopaszi 2	11,7
Galvani 1	22,6
Galvani 2	12,3
Gyál 1	44,3
Gyál 2	9,7

2. táblázat. A vizsgált minták elemi összetétele, fémtartalma

Vizsgált komponens [mg/kg]	Várkert 1	Várkert 2	Kopaszi 1	Kopaszi 2	Galvani 1	Galvani 2	Gyál 1	Gyál 2
Ag	0,07	0,08	<0,03	<0,03	0,08	0,10	<0,03	<0,03
As	4,64	2,30	2,07	1,70	4,12	13,7	1,93	1,17
B	23,6	17,8	11,8	10,7	21,6	25,7	10,5	9,60
Ba	48,3	48,6	50,0	31,9	54,1	68,5	27,7	39,5
Br	4,69	4,96	3,69	4,12	4,58	4,58	4,33	5,21
Cd	0,39	0,27	0,39	0,37	0,33	0,29	0,37	0,53
Co	9,00	7,84	5,44	3,23	6,86	9,72	4,60	3,93
Cr	38,3	28,1	20,6	20,9	3,83	48,9	17,9	17,6
Cu	19,5	14,0	9,45	7,74	17,2	22,7	7,35	7,95
Hg	0,05	0,06	0,01	<0,01	0,04	0,06	0,01	0,02
Mo	0,26	0,35	0,26	0,08	0,22	0,57	0,19	0,17
Ni	49,5	42,0	29,5	22,5	38,7	52,7	25,6	22,2
Pb	13,0	8,34	6,31	5,37	13,2	16,1	5,48	5,24
Sb	0,61	0,38	0,27	0,23	0,50	0,76	0,24	0,18
Se	1,34	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,76	<0,1	<0,1
Sn	1,02	0,75	0,52	0,51	1,12	1,30	0,48	0,54
Zn	134	79,5	91,7	63,2	89,6	93,7	55,2	71,4

## 5 ÉRTÉKELEÉS

A minták jelölésekor a szürke kőzetváltozatot „1” számmal jelöltük, míg a sárga kőzetváltozatokat „2” számmal jeleztük (ld. színeltérést a 9. ábrán). Az 1. táblázatban közölt eredményekből kitűnik, hogy minden helyszín esetén az 1-es jelű mintának jóval nagyobb a TPH-GC értéke, mint a 2 számmal jelölt mintáké. Ez a budai márga geológiai keletkezésével indokolható, ugyanis a márga tengeri üledék, amelybe leülepedése során, nagy mennyiségű szerves anyag került és ennek oxigénmentes környezetben történő lebomlásával keletkezhetett szénhidrogén a kőzetben. A sárga változat a felszín közelébe kerülve oxidálódott, azaz ebben lévő szénhidrogén jó része már elbomlott és így a TPH-GC értéke is jóval kisebb, amit a mérési eredmények is igazolnak. Összefoglalva 100 mg/kg alatt maradt az összes minta TPH-GC értéke, és csak néhány szürke márga minta TPH-GC értékei haladták meg az 50 mg/kg-os értéket.

A szürke és sárga mészmárga változat közötti különbség már nem mutatható ki egyértelműen az elemi összetételből és toxikus fém vizsgálati eredményekből (2. táblázat). Az eredmények a legtöbb komponens esetén a természetes határérték (25mg/kg) alatt maradnak. Néhány minta nikkeltartalma kis mértékben meghaladja ezt az értéket. Ennek oka minden valószínűség szerint a fejtéshez használt fúró és bontóeszközök ötvözetének magasabb nikkeltartalma. A fejtett márga állapota nagyon szilárd ezért mind a cölöpfúró fej, mind a később használt bontófej esetén nagymértékű kopás figyelhető meg az eszközön. A lekopott részekből a nikkeltartalom belekerülhetett a mintákba. Úgy tűnik ez különösen igaz a cölöpözésre, mivel a munkagödörből referenciaként vett mindkét minta (Várkert 1 és Várkert 2) nikkeltartalma magasabb volt, mint 40mg/kg. Ezek a minták az elkészült cölöpök közül származtak. A Várkert 1 jelű referenciaminta szeléntartalma sokkal nagyobb az összes többi mintánál és kissé meghaladja az 1mg/kg-ot határértéket, de ez természetes geológiai folyamatokkal is magyarázható, hiszen egyes tengeri üledékes kőzetekben, így a márgában is rétegenként változó mértékben, de felhalmozódhat természetes úton is a szelén.

## 6 KÖVETKEZTETÉSEK

Megállapítható, hogy a szénhidrogéntartalmat tekintve a vizsgált minden márga minta minimális természetes eredetű szerves anyagra jellemző értékeket tartalmazhat, és minden minta megfelel az előírásoknak, azaz TPH-GC értéke sehol sem haladja meg 100mg/kg-os értéket. Az eredményekből, kitűnik, hogy a szürke márga minták szénhidrogéntartalma minden esetben jelentősen magasabb a sárga

színű mintákénál, ami a geológiai folyamatokkal magyarázható, azaz az üledékképződés közbeni magasabb szerves anyag tartalom a mállás során lebomlik, amely a TPH érték csökkenéséhez vezet. A toxikus fém komponensek esetén az egyes mintáknál figyelembe kell venni a munkagödröknél alkalmazott kitermelési módot is. A nikkel tartalom kismértékű dúsulása származhat a kemény mészmárga padok bontásánál alkalmazott fúró és bontóeszközök kopásából is. Az egyéb vizsgált komponensekre a minták a természetes üledékes kőzet környezetre jellemző értékeket adtak.

## 7 KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A mintavételezés során segítséget nyújtott Czinder Balázs. A minták előkészítését Pálinkás Bálint végezte.

## 8 IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- Czinder B., Görög P., Török Á. 2013. A Várbazár mögötti mélygarázs területének mérnökgeológiai vizsgálata, munkatérhatárolás számítása. In: Török Á., Görög P., Vásárhelyi B. (szerk.) *Mérnökgeológia-Kőzetmechanika 2013*. Hantken Kiadó, Budapest, 277-288.
- Görög P. 2008. *Budai eocén és oligocén korú agyagtartalmú kőzetek mérnökgeológiai értékelése*. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Ph.D. értekezés.
- Hajnal G., Karay Gy., Görög P. 2012. A Várhegy földtana. In: Görög P., Hajnal G. (szerk.): *Mérnöki kutatások a budai Várhegyen*. Hantken Kiadó, Budapest. 15-19.
- Krolopp E., Schweitzer F., Scheuer Gy, Dénes Gy., Kordos L., Skoflek I., Jánossy D. 1976. A budai Várhegy negyedkori képződményei. *Földtani Közlöny*, 106(3), 193-228.
- Török Á. 2012. A budai Várhegy mérnökgeológiája és a mérnöki kutatás örökségvédelmi jelentősége. In: Görög P., Hajnal G. (szerk.): *Mérnöki kutatások a budai Várhegyen*. Hantken Kiadó, Budapest, 9-14.

