

## GEOTECHNIKAI VIZSGÁLATOK TUNÉZIÁBAN

Sajgó Zsolt<sup>x</sup> - Szilágyi Gábor<sup>x</sup>

### 1. Földrajzi, földtani adottságok

Tunézia Észak-Afrika arid klimatológiai övezetébe tartozik. Az ÉNY-DK-i irányban húzódó Atlasz hegység az országot két részre osztja; a tengerpart felőli síkság a téli időszakban rövid idő alatt jelentősebb /1000 mm/ mennyiségű csapadékot kap. A belső sivatagos területeken az évi csapadékösszeg 100 mm alatt marad.

Az ország területe három főegységre tagolódik /1. ábra/:

- északon az Atlasz keleti nyulványa,
- a középső részen a sóstavakkal borított síkság,
- délen pedig a Dahar hegység található.

Az Atlasz hegység ÉK-DNY-i irányú tektonikai vonalakkal tagolt keleti hegyvomulata az uralkodó földtani képződményeket tekintve több zónára osztható.

Az É-i keskeny tengerparti zónát főként alsó oligocén kori homokkő alkotja, amely Bizert város térségig terjed.

Az Atlasz hegység tömegét elsősorban a Cap Bon félszigetig húzódó kréta kori tengeri fácies alkotja, amely márga, mészmárga, mészkő összletből épül fel. E zónában alsó és középső eocén mészkő, valamint márga rétegek is megjellegnek. A Gafsa térségi foszfáttelepet is az eocén képződmények közé sorolják.

<sup>x</sup>Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat

Az Atlasz hegységtől délre - közép Tunéziában - felszínközelségben elsősorban negyedkori képződmények találhatók.

A villafranchi és szárazföldi kifejlődésű összleteket iszapok, szárazföldi keletkezésű homokok, agyagok, mésztufa és jellegzetes, vörös színű homokos márga rétegek alkotják. Chott Djerid térségében kréta kori márga és felső miocén konglomerátum rétegek ismertek.

A Dahar hegység közel É-D-i irányú törésvonalai mentén tirász, jura, kréta kori képződmények jelennek meg a felszínen. Az összletek anyaga dolomitos mészkő, mészkő, gipsz, homokkő és márga.

## 2. A geotechnikai vizsgálatok eredményei

A csatornahálózatok és szennyvittisztító telepek építéséhez végzett helyszíni vizsgálatok során feltárt rétegek közül két rétegtípus szerepe emelhető ki:

- a mésztufa összleté és
- a lagunaledékeké.

### 2.1 Mésztufa összlet

É-Afrika területén mindenütt elterjedt képződmény. Tunéziában főleg az Atlasz hegység K-i előterében és a Dahar hegységtől K-re fordul elő.

Általában világos színű, kis sűrűségű, pórusos, laza kőzet. Geotechnikai szempontból  $\gamma = 2,0 \text{ t/m}^3$  térfogatsűrűséggel és  $q_u = 0,5-1,0 \text{ MPa}$  egyirányú nyomószilárdsággal jellemezhető.

Eredete szerint a biológiai és a vegyi úton keletkezett tufa különíthető el. A vizsgált területen főként a vegyi eredetű előfordulás ismert, amelynek keletkezési körülményei közül döntő fontossága az arid, szemiárid éghajlat és a gyakorlatilag sük térszín.

Keletkezése a következők szerint írható le. Az esős évszakban a kopár mészkőhegyekre hulló csapadék oldott széndioxid tartalma kalciumhidrogénkarbonát formájában oldja a mészkövet. A hegyvidékről lefolyó, oldott  $\text{Ca}/\text{HCO}_3/2$ -t szállító csapadékvizek a tengerparti síkságon beszivárognak a talajba. A száraz időszakban az evapotranspiráció megcsapolja a talajvizet, és az oldott mész kicsapódik a talajban. A talaj fokozatosan telítődik mésszel, szerkezetét és teherbírását a mész kötése adja meg. Az így kialakuló talajszelvény igen változatos felépítésű; a 2. ábra egy teljes fáciest mutat bel.

A vízzáró alapkőzet felett lazább szerkezetű mészsizapos réteg található, majd arra egy mészkonkréciós, mészsizapos réteg települ. Ezen összletekben a mész mellett nagyobb mennyiségben kvarc, agyag és földpátok is találhatóak. Felfelé haladva a mésztartalom növekszik, és egy tömör mészkőréteg zárja a rétegsort, amelynek alsó része lemezes kifejlődésű. Az összlet vastagsága általában 3-4 m, ezen belül a mészkőkéreg a 40-80 cm vastagságot is elérheti.

A negyedkor folyamán a klíma változásainak megfelelően

több mésztufaszint alakult ki, koruk 20 ezer évtől néhány 100 ezer évig terjed.

A különböző koru tufaszintek eltérő kifejlődésük /3. ábra/. Az ó- és középső pleisztocén eredetű tufaösszleteknél a 2. ábrán bemutatott teljes fácies megjelenik. Az ujpleisztocén és holocén szinteknél a fáciest záró tömör mészkőkéreg általában hiányzik.

Az öszlet és azon belül az egyes szintek ásványi összetétele az előfordulási hely függvényében igen változó, a mésziszapok általában 80-90 % meszet / $\text{CaCO}_3$ -ot/ és 10-15 % kvarcot tartalmaznak.

A tömör mészkőrétegek összetételében a mész és a kvarc ugyancsak döntő szerepet játszik, de egyéb ásványok is szerephez jutnak:

aragonit	3	-	50 %
kalcit	20	-	70 %
dolomit	1	-	2 %
gipsz	0,2	-	2 %
kősó	0,2	-	2 %
kvarc	15	-	45 %
csillámok			0,1 %
földpátok	0,5	-	1,0 %

A helyi lakosság a tömör, szilárd mészkőkérgyet ősidők óta építkezésre használja. Az utóbbi évtizedekben már az utalapok építésénél is alkalmazzák.

A mésztufa összlet nagy területeken a tervezett csatornahálózat és mőtárgyai fektetési, ill. alapozási mélységében jelentkezett. Az összlet - és különösen a mészkéreg - teherbirása alapozási szempontból általában megfelelő volt. Probléma csak a magas talajvízű tengerparti területeken jelentkezett, ahol a talajvíz hatására a mészszipos réteg plasztikus állapotba került, illetve a mészkéregben a mészkötés hiánya miatt laza szerkezet alakult ki /pl. Zarzis térségében/.

A földmunkák kivitelezését megnehezítette a nagyobb vastagságú /0,5 - 1,0 m/ mészkéreg jelenléte, mert ez kőzetbontó szerelékkel ellátott földmunkagépek alkalmazását tette szükségessé.

## 2.2 Tengerparti holocén, pleisztocén kora laguna üledékek

A kopár felszín és a téli időszak nagy intenzitású csapadékaiknak következménye a felszín gyors lepusztulása.

A hordalékanyag a kismélységű tengerparti részeket feltöltve fokozatosan lefűződő lagunákat, mocsaras területeket alakít ki. A jelenleg is tartó folyamat hatására laza szerkezetű, nagy szervesanyagtartalmú homokos üledékösszlet képződik. Az összlet általában 6-15 m vastag. Feküképződését mindenkor idősebb kora /quarter, oligocén, kréta kori/ rideg agyagok, márgák, mészkövek alkotják. A homokos összleten belül iszap és agyag közbetelepülések figyelhetők meg. A homok többnyire közepes szemcseméretű, folyósodásra hajlamos.

Az e területen végzett helyszíni vizsgálatok nehézségeit,

a geotechnikai feladatokat és a csatornaépítés lehetőségeit a következő esettanulmányban ismertetjük.

Bizert város Tunézia északi részén, a tengerparton terület /lásd az 1. ábrát/. A szennyviztisztító telepet a városon kívül, a tengerparti mocsaras területen tervezték megépíteni. A városból kivezető főgyűjtőcsatorna nyomvonal változatait vizsgáltuk meg.

A feltárt rétegsor jellemző mocsári összletet mutatott /4. ábra/. A laza szerkezetű, nagy szervesanyag-tartalmu, 7,0-8,0 m vastag homokos összletet agyagréteg közbetelepülése osztotta meg. A fekréteget rideg, repedezett márga alkotta. A talajviz a terepszint közelében /-0,6 - 0,8 m/ helyezkedett el.

A laborvizsgálatok szerint a homok közepes szemszerkezetű, folyósodásra hajlamos tulajdonságu, amit az alábbi talajfizikai jellemzők bizonyítanak:

szemeloszlása:  $d > 0,2$  mm-hez  $S = 62$  %

$d = 0,2-0,1$  mm-hez  $S = 35$  %

iszaptartalma 3 %

egyenlőtlenlégi mutatója  $U=1,6-2,7$

hézag tényezője  $e=0,7-0,8$

A kisátmérőjű zavartalan mintából meghatározott hézag tényezőre betömörített minta nyirási vizsgálata szerint a  $\varphi$  belső surlódási szög  $30-32^\circ$ .

A szivárgási tényező helyszíni vizsgálata /Lefranc módszer/

szerint a szivárgási tényező  $k = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ .

A közbezárt agyag és márga plasztikus tulajdonságu fizikai jellemzőik a következők:

	<u>Agyag</u>	<u>Márga</u>
természetes víztartalom	$w = 22-24 \%$	5 %
plasztikus határ	$w_p = 18-20 \%$	18-21
folyási határ	$w_L = 35-37 \%$	33-34
plasztikus index	$I_p = 17-20 \%$	15-16
konzisztencia index	$I_c = 0,7-0,8$	1,8-1,9

A csatorna fektetési mélységét a közbezárt agyagréteg felett 3 m körül tervezték kialakítani. A nyomvonal mentén az egyik oldalon 10 m-es távolságon belül lakóépületek voltak, a másik részen 50-70 m-re a tengerpart húzódott.

A közbezárt agyagréteg kis vastagsága és állapota miatt a munkagödör megtámasztására egyedüli megoldásként a márga rétegbe bekötött vizzáró szádfal alkalmazása és szakaszos építési mód adódott, mert a nyomvonal mentén elhelyezkedő épületek állagát a laza településű szerves homokban végzett víztelenítés veszélyeztette volna.

További problémát okozott, hogy a szádfal rideg márgába való beverése a szádfal esetleges elgörbülése miatt nehezen megoldható, és a márga összerepedezése miatt a tökéletes víz-zárás nem biztosítható.

### 3. A hidrológiai vizsgálatok eredményei

Különleges problémát jelent Tunézia tengerparti területein a talajviz minősége, mert a tengervíz a partmenti rétegekbe behatolva a talajvízzel keveredik.

A vizsgálatok során 18-25 ezer mg/l össz-sótartalmat határoztunk meg, melynek döntő része /13-18 ezer mg/l/ konyhasó /NaCl/ volt; a szulfát ion tartalom /1800-4500 mg/l/ miatt a talajviz beton műtárgyakra erősen agresszív hatása.

A vizsgálatokat elsősorban a tengerparti sávban lévő üdülőtérületeken és településeken végeztük. A helyszíni vizsgálatok végrehajtásakor a fő problémát a mocsaras területek rossz közlekedési lehetőségei, továbbá a tömör mészkőpadoknak a megrendelő tunéziai cég által előírt - a talajmechanikai furóberendezéssel nehezen megoldható - átfurása jelentette.

A csatornaépítés tervezési feladatai közül elsősorban a vízzel telített tengerparti folyós homokban, beépített területen végzendő földmunkák megtervezése és a nyomvonal mentén igen változó teherbírású és tömörségű talajok változásából eredő építési problémák megoldása emelhető ki.

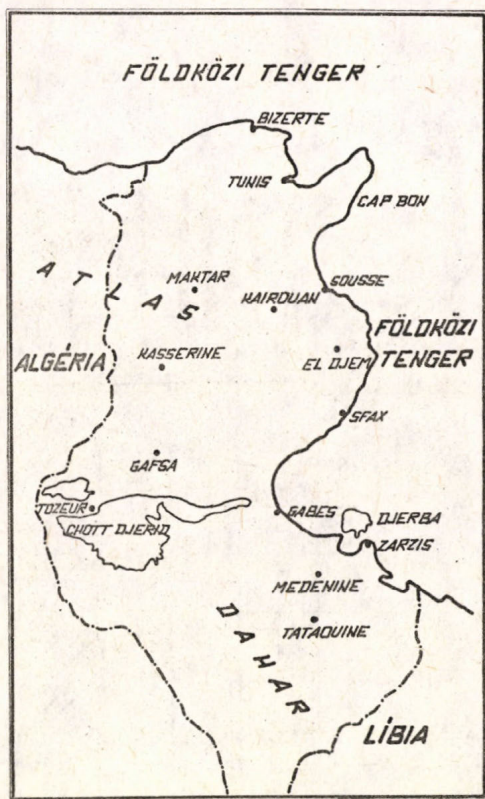


Irodalomjegyzék

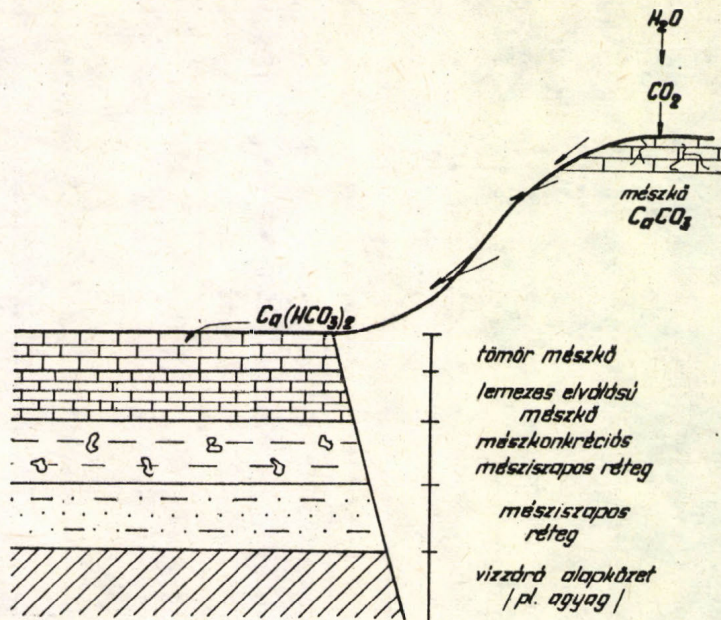
1. G. CASTANY: Carte géologique de la Tunisie.  
TUNIS, 1953.
2. M.BEN DHIA: Les tufs et encrûtements calcaires en Tunisie  
et dans le monde. Bull. liaison Labo P. et Ch., juillet  
1983.
3. J.-P. ADOLFHE: Obtention d'encrûtements carbonatés par gel  
expérimental. C.R.Ac.Sc.Paris, D 274/8

## Ábrajegyzék

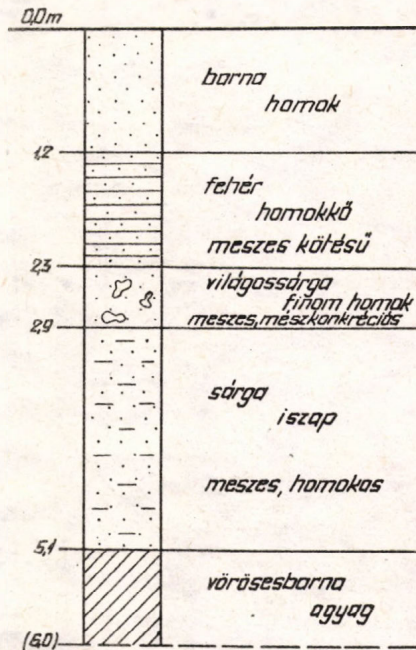
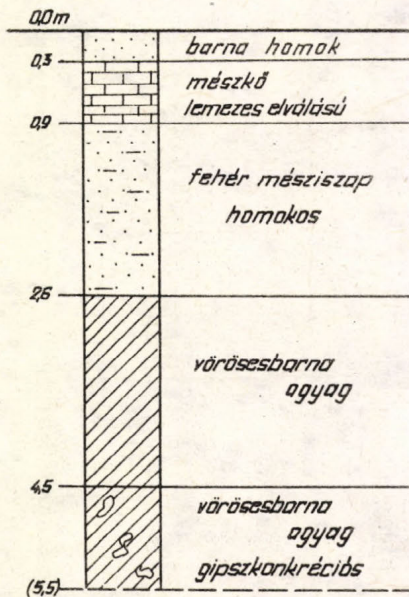
1. ábra. Tunézia áttekintő térképe
2. ábra. Mésztufa összlet képződése és felépítése
3. ábra. Jellemző furásszelvények
4. ábra. Tengerparti mocsaras üledékösszlet jellemző szelvénye



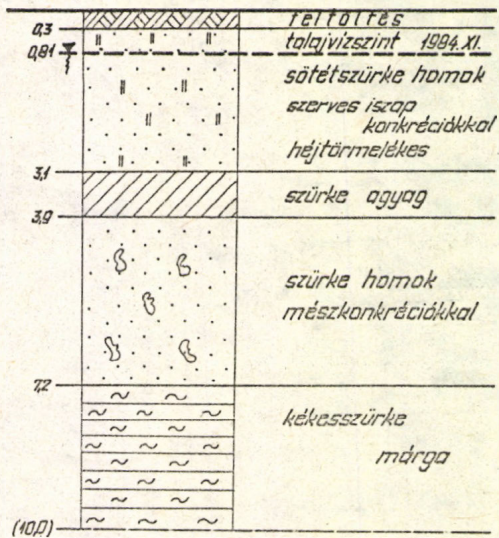
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

## GEOTECHNICAL INVESTIGATIONS IN TUNISIA

Zsolt Sajgó - Gábor Szilágyi

### Summary

FTV Consulting Engineering has prepared 27 expertizes for 25 settlements of Tunisia in 1984-85 in the frame of the contract which came into being on basis of a world bank-credit-international competition conducted for the projecting of the canalization of 30 towns. This contract was concluded with the National Bureau for Canalization of Tunisia /ONAS/.

In the frame of the canalization program the construction and extension of the canal network, of greater settlements and holiday areas, as well as the construction of sewage purification plants takes place. The boreholes prescribed by the customer were drilled by a drilling rig type BORRODRILL. Along the canal tracks generally boreholes of low depth /4-5 m/ and in the place of the overlifting engineering objects and sewage treatment plants boreholes of 8-12 m were prepared. The soil mechanical and chemical investigations were implemented with the instruments transported to the site, in a laboratory set-up on site.

In the paper information will be given about a few more interesting geological formations explored in the course of the in situ investigations and their technical relations influencing the construction of the canal.

