

# Előrehaladási Jelentés

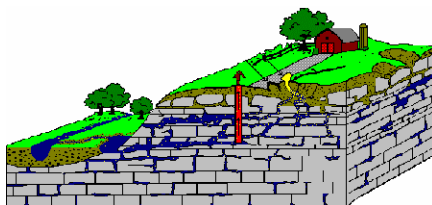
2002. év

## Komplex és hatékony bioremediációs technológiák kifejlesztése szennyezett talajok kármentesítésére

#3/002/2001

A kétoldalú szerződés száma: OM-00061/2001

Budapest  
2002. szeptember 12.



Készítette: Bernáth Balázs  
technológus

Ellenőrizte: dr. Szabó Péter  
ügyvezető igazgató

*MEGATERRA* Környezetvédelmi Mérnöki Iroda Kft

1126 Budapest, Zulejka u. 4.

Iroda: 1022 Budapest, Herman O. u. 15.

Tel. : 225-0124, 213-5813, 06-20-9311-230

Fax: 213-5813, 202-6698

E-mail: [fsoilc@elender.hu](mailto:fsoilc@elender.hu)

Honlap: <http://www.kszgysz.hu/megaterr.htm>

A Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetségének tagja

ISO 9001 szerint tanúsítva (MSZT – CERT, 503/0325)

EBRD által regisztrálva (EAU regisztrációs szám: 126047)

NAT által 501/0908 számon akkreditált környezeti minták

vételével foglalkozó szervezet

## Tartalomjegyzék

<b>1. Előzmények</b>	<b>3</b>
<b>2. Szabadföldi kísérleti helyszín kiválasztása</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Hajdúsági Iparművek, Téglás, pakuratóró</b>	<b>3</b>
2.1.1. A tényfeltárás célja és módszerei, területbejárás	4
2.1.2. Helyszíni munkák	5
2.1.3. Laboratóriumi vizsgálatok	5
2.1.4. A vizsgálati eredmények értékelése	5
2.1.5. A szennyezett talaj és talajvíz lehatárolása	7
<b>2.2. NAGISZ Rt., Nádudvar, üzemanyagkút</b>	<b>8</b>
<b>2.3. Burgonya Szövetkezet, Kaba, Kutrica major, üzemanyagkút</b>	<b>8</b>
2.3.1. A rendelkezésre álló információk értékelése, területbejárás	8
2.3.2. Helyszíni munkák	8
2.3.3. Laboratóriumi vizsgálatok	9
2.3.4. A vizsgálati eredmények értékelése	9
<b>3. A kísérleti helyszín előkészítése</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Helyszíni munkák</b>	<b>11</b>
3.1.1. Szemrevételezés, a szennyezett talaj jellemzése	11
3.1.2. A kutak fúrása	11
3.1.3. A kitermelt szennyezett talajvíz tisztítása	14
3.1.4. A levegőztető rendszer elrendezése	15
<b>3.2. Laboratóriumi vizsgálatok</b>	<b>16</b>
<b>4. A technológiai kísérletek beállítása</b>	<b>17</b>
<b>4.1. A szennyezett talaj kezelése bioventillációval</b>	<b>17</b>
<b>4.2. Adalékok alkalmazása</b>	<b>17</b>
<b>4.3. Technológia monitorozás</b>	<b>18</b>

## 1. Előzmények

A Cyclolab Kft, a BMGE, az MTA TAKI, a Terszol Szövetkezet és a Megaterra Kft. által alkotott konzorcium eredményesen pályázott a Széchenyi Terv Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Programok (NKFP) Környezetvédelmi és anyagtudományi kutatások programjára. Elnyert pályázatával („*Komplex és hatékony bioremediációs technológiák kifejlesztése szennyezett talajok kármentesítésére*”) kísérleti fejlesztés eredményeképpen új, *in situ* talajremediálási technológiát kíván kifejleszteni.

A Megaterra Kft a pályázat 1B (2 sarokpont) számú részfeladatát (*Szénhidrogénnel szennyezett talajok, szerves hulladékok ártalmatlanító telepeinek (2-3 terület) részletes felmérése a szerves szennyező anyagok komplex és hatékony bioremediációja érdekében*) elvégezte. Ennek keretében két terület került részletes felmérésre (talaj-, talajvíz): Burgonya Szövetkezet, Kaba, Kutrica major területén lévő üzemanyagkút szénhidrogénnel szennyezett környezete (2/1 alfeladat), a Hajdúsági Iparművek, Téglás, pakuratóró környezete (2/2 alfeladat), valamint NAGISZ Rt., Nádudvar, benzinkút környezete (2/3 alfeladat),

A következő elvégzendő részfeladat a Megaterra Kft. számára: **3B feladat (13 sarokpont): A szénhidrogénnel szennyezett talajok bioremediációs szabadföldi kísérleti helyének kiválasztása és előkészítése, a kísérletek beállítása, fenntartása, értékelése.**

A részfeladat kezdési időpontja 2002.VII.31., befejezési időpontja 2004. VII. 31.

A részfeladatból a *13/1 alfeladatot*: Kísérletek előkészítése (kísérleti terv elkészítése és engedélyeztetése), az első kísérletek beállítása végeztük el.

## 2. Szabadföldi kísérleti helyszín kiválasztása

### 2.1. Hajdúsági Iparművek, Téglás, pakuratóró

A Hajdúsági Iparművek Téglási Gyáregységének fűtését és melegvízellátását a korábban pakurátüzelésű kazánokkal oldották meg. A pakurát 3 db, egyenként 250 m<sup>3</sup>-es földtakarású betontartályban tárolták (15. Melléklet). A tartályokat mintegy 30 évi használat után 1999-ben leürítették, de nem tisztították ki és a gyár földgáztüzelésre állt át.

A pakuratartályok térségében az 1990-es években elvégzett vizsgálatok szénhidrogén (pakura) szennyezést tártak fel a talajban és a talajvízben.

A környezeti tényfeltárás során végzett laboratóriumi vizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy a kérdéses területen a földtani közeg és talajvíz alifás szénhidrogénekkal (TPH) nem szennyezett. PAH vegyületek tekintetében a pakuratárolók É-i oldalán kialakított H-2, H-3, H-4 jelű fúrásokban a laboratóriumi vizsgálatok talajvíz esetében mutattak ki „B” szennyezettségi határértéket meghaladó szennyeződést, a szennyeződés mértéke megközelíti, de nem éri el a „C<sub>2</sub>” intézkedési határértéket. A vizsgált terület a 33/2000. Korm. rendelet alapján a „B” érzékeny területek közé sorolandó, ahol az intézkedési szennyezettségi határérték  $C_i=C_2$ .

### **2.1.1. A tényfeltárás célja és módszerei, területbejárás**

A Megaterra Kft 2002 február-március hónapban felmérést végzett a fenti térség jelenlegi szennyezettségi állapotának meghatározására. A felmérés során 12 db talajfúrást mélyítettünk, talaj- és talajvíz-mintavételt és laboratóriumi vizsgálatokat végeztünk a szennyezettség tényének, mértékének, összetételének (különös tekintettel a vélelmezhető PAH előfordulásra) és kiterjedésének megállapítására (16. melléklet).

A tényfeltárás célja a pakuratárolók és az üzemanyagöltő állomás környezetében végzett feltáró munkálatokon keresztül az esetleges talaj-, talajvíz szennyeződés mértékének meghatározása, a szennyeződés lehatárolása, a kísérletek megalapozása érdekében.

A tényfeltárási munkálatok megkezdése előtt a munkaterület átadásakor aktualizáló helyszíni bejárást végeztünk a vizsgált területen, a Hajdú Rt. képviselőinek jelenlétében, mely során meghatározására került a feltáró fúrások pontos helye.

A vizsgálandó területen 8 db fúráspontra került kitérésre. A fúrásponatok elosztása az alábbiak szerint történt:

- Pakuratárolók környezetében 6 db fúrás
- Üzemanyagöltő állomás környezetében 2 db fúrás

A feladat elvégzése során az előkészítő munka keretében értékelésre kerültek a meglévő információk, talajfúrási, mintavételi és vizsgálati terv készült, aktualizáló

helyszínelést végeztünk. A terepi munkák során talajfúrást, talaj- és talajvíz-mintavételezést, helyszíni vizsgálatokat, geodéziai méréseket végeztünk.

A helyszíni és a laboratóriumi vizsgálati eredmények értékelésével meghatároztuk a talaj- és talajvíz szennyezettség mértékét, vertikális és horizontális kiterjedését.

### **2.1.2. Helyszíni munkák**

A feltárás során kialakításra kerülő fúrásokat 6 m talpmélységűre terveztük. A feltáró fúrásokat száraz magfúrással végeztük, és beomlás ellen biztosítottuk (ideiglenesen lecsöveztük). A geológiai rétegváltásokat is figyelembevéve a talajmintákat méterenként vettük. A talajvizet minden fúrásnál mintáztuk. Az azonosítóval ellátott mintákat hűtött körülmények között haladéktalanul beszállítottuk a vizsgáló laboratóriumba.

A talajfúrást, a talaj- és talajvíz-mintavételt, a minták azonosítását és jelölését, valamint szállítását az ide vonatkozó Magyar Szabványok, Irányelvek, valamint a MEGATERRA Kft. minőségügyi kézikönyvében meghatározottak alapján végeztük.

### **2.1.3. Laboratóriumi vizsgálatok**

A tényfeltárás során a pakuratórolók környezetében, valamint az üzemanyagtöltő állomás környezetében a használatból eredendő szennyező anyagok közül a következő paraméterek kerültek vizsgálatra: Talaj: IR TPH

Talajvíz: GC TPH, PAH

A szennyező anyagokon kívül meghatároztuk a terjedést befolyásoló legfontosabb talajtulajdonságokat (mechanikai összetétel, szemeloszlás, "k" tényező stb.).

### **2.1.4. A vizsgálati eredmények értékelése**

A 33/2000. (III.17.) Korm. Rendelet 2/1. sz. melléklete szerint, („A települések szennyeződéserzékenységi besorolása”) Téglás a B érzékeny kategóriába sorolandó, ahol az intézkedési szennyezettségi határérték  $C_i=C_2$ .

A talaj- és talajvíz-szennyezettség megállapítását a 10/2000. (VI.2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendeletében szereplő határértékek szerint végeztük, a vizsgált terület érzékenységi besorolásának ( $C_i=C_2$ ) megfelelően.

Szennyezőanyag neve	Földtani közeg (mg/kg)		Felszín alatti víz ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ )	
	„B” szennyezettségi határérték	„C <sub>2</sub> ” intézkedési határérték	„B” szennyezettségi határérték	„C <sub>2</sub> ” intézkedési határérték.
Összes alifás szénhidrogén	100	3000	100	1000
Policiklusos aromás szénhidrogének			2	8

### A talaj mechanikai összetétele

A talajmechanikai vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a terület talaját túlnyomó részt középszemű homok és durva homok rétegek alkotják.

### A talaj TPH tartalma

A fúrások létesítésekor minden esetben 3-3 talajmintát vizsgáltattunk meg összes alifás szénhidrogén (TPH) tartalomra.

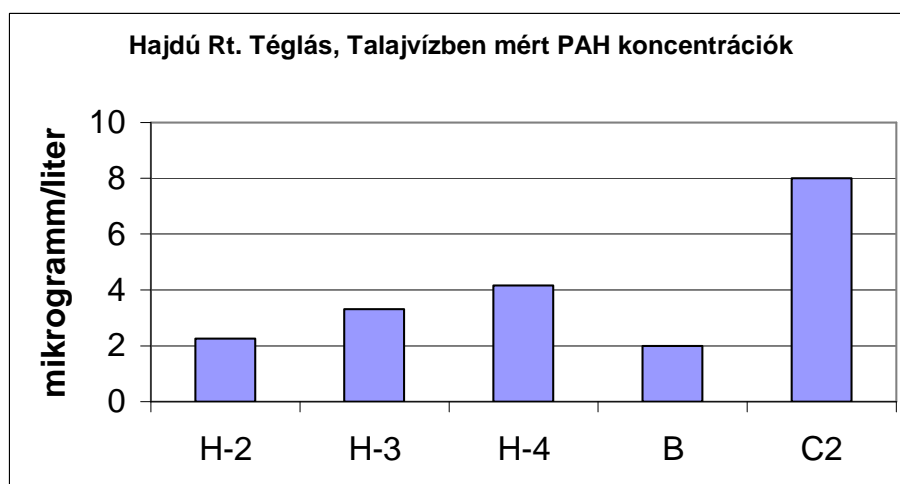
A vizsgálati eredmények szerint a fúrásokból származó talajminták TPH szennyezettséget nem tartalmaznak, a mért TPH koncentrációk minden esetben az „A” háttér-koncentráció értéke körül mozognak ( $A=50 \text{ mg}/\text{kg}$ ).

### A talajvíz TPH tartalma

A fúrásokból vett talajvízminták esetében a laboratóriumi vizsgálatok nem állapítottak meg szénhidrogén eredetű szennyezettséget. A talajvízben mért szénhidrogén koncentrációk minden esetben az „A” háttér-koncentráció értéke körül mozognak ( $A=50 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ).

### A talajvíz PAH tartalma

A talajvíz esetleges PAH tartalmának megvizsgálására a H2, H3, H4 jelű fúrásokból vettünk talajvíz-mintát és szállítottuk laboratóriumi analízisre. A gázkromatográfiás vizsgálatok eredménye szerint a három talajvíz-minta policiklusos aromás szénhidrogénekkal „B” szennyezettségi határérték ( $B=2 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) felett szennyezett. A mért PAH koncentrációk egyik esetben sem érik el a „C<sub>2</sub>” intézkedési határértéket ( $C_2=8 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ). A mért PAH koncentrációk H-2 minta esetében  $2,26 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ , H-3 minta esetében  $3,31 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ , H-4 minta esetében  $4,16 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ .



A telephelyre vonatkozó szennyezettségi intézkedési határértékeket (C<sub>2</sub>) a megvizsgált talajminták, illetve vízminták vizsgálati eredményei sem érik el. Kimutatható szennyezettséget csak a három talajvízminta PAH-ra irányuló analízise tárt fel, de ezek az értékek is a „B” szennyezettségi határérték értéke körül mozognak.

Megállapítható, hogy a pakuratárolók környezete policiklusos aromás szénhidrogénnel (PAH) terhelt, de az intézkedési határértéket egyik esetben sem közelíti meg a szennyeződés mértéke, aktív kárelhárítás nem szükséges.

### **2.1.5. A szennyezett talaj és talajvíz lehatárolása**

Talajszennyeződést a feltáró munkálatok során nem lehetett kimutatni.

Talajvíz szennyeződést a H2, H3, H4 jelű fúrásokból vett talajvízminták esetében tudtunk detektálni, mégpedig policiklusos aromás szénhidrogének esetében (PAH).

A szennyeződés (határérték felett szennyezett talajvíz lehatárolását a laboratóriumi vizsgálati eredmények számítógépes modellezésével végeztük el. A számítógépes modellezéshez 7. verziószámú, kriegelésen alapuló SURFER számítógépes programot használtunk.

A szennyeződés mértéke „B” szennyezettségi határérték körül mozog, vagy kicsivel meghaladja azt, de a területérzékenységi besorolás szerinti „C<sub>2</sub>” intézkedési határértéket egy esetben sem közelíti meg, ezért a lehatárolást „B” határértékre végeztük el.

A „B” szennyezettségi határérték felett PAH-hal szennyezett talajvíztest kiterjedése megközelítőlegesen  $1.067 \text{ m}^2$ , mely a pakuratárolóktól É-i irányban került feltárássra.

A tényfeltárás során végzett vizsgálatok eredményei alapján megállapítottuk, hogy a Hajdúsági Iparművek, Téglás, pakuratároló környezetének szénhidrogén-szennyezettsége intézkedési határérték alatt marad (TPH, PAH egyaránt), kísérleti területnek nem ideális.

## **2.2. NAGISZ Rt., Nádudvar, üzemanyagkút**

A NAGISZ Rt. Nádudvar külterületén üzemanyag-töltő állomást üzemeltet. A kiszolgálásra kerülő anyagok: benzin, gázolaj és kenőolajok. A felmérés eredményeként megállapítottuk, hogy a területen talaj- és talajvíz szennyezettség detektálható. A szennyezett talaj térfogata  $320\text{-}400 \text{ m}^3$ , vastagsága kb. 1m. A talajvíz szennyezettség oldott és felúszó formában is jelen van. Mindezek ellenére a kísérletek elvégzéséhez szükséges engedélyek hiányában a terület kísérleti helyszínként nem jöhet számításba.

## **2.3. Burgonya Szövetkezet, Kaba, Kutrica major, üzemanyagkút**

### **2.3.1. A rendelkezésre álló információk értékelése, területbejárás**

A Hajdúsági Környezetgazdálkodási Egyesülés "Szakvélemény a Kabai Agrárvállalkozók Szövetkezete telephelyein levő kőolajtermék tárolótartályok környezetének szennyezettségéről" c. 1995 márciusában készült szakanyagában vizsgálta a Kutrica majorban található földalatti tartály környezetét. Vizsgálataik szerint a talaj felszínközeli (0-1 m) rétege a hordós tároló területén, a talajvíz a kezelő épület mellett szénhidrogénnel szennyezett.

### **2.3.2. Helyszíni munkák**

Az üzemanyagkút és földalatti tartály környezetében a szennyezés mértékének, összetételének és kiterjedésének meghatározása, valamint a vizsgált terület kísérleti hasznosíthatóságának eldöntése céljából 2001. június hónapban 8 db talajfúrást mélyítettünk (3.-5.-6. melléklet). A feltáró fúrásokat száraz magfúrással végeztük és beomlás ellen biztosítottuk (lecsöveztük). A geológiai rétegváltásokat is figyelembe véve a talajmintákat a felső 1 méterben 0,5 m-enként, ez alatt méterenként vettük. Minden fúrásból vettünk talajvízmintát.



### 2.3.3. Laboratóriumi vizsgálatok

A vizsgálatokat az összes szénhidrogén-tartalomra végeztettük el a Tiszántúli Környezetvédelmi Felügyelőség (Debrecen) laboratóriumában talaj esetében IR, talajvíz esetében GC módszerrel.

### 2.3.4. A vizsgálati eredmények értékelése

A talaj- és/vagy talajvíz-szennyezettség megállapítását a 10/2000. (VI.2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendeletben szereplő határértékek szerint végeztük. A fentiekkel összhangban a vizsgált területeteket a „B” Érzékeny területek közé soroltuk, ahol az intézkedési szennyezettségi határérték  $C_i = C_2$  ("minden olyan terület, ahol a fő porózus-vízadó összlet teteje a felszíntől számítva 50 m-nél kisebb mélységben van").

TALAJ	A	B	C1	C2	C3
<b>Összes alifás szénhidrogén (TPH) mg/kg</b>	50	100	300	<b>3000</b>	5000

TALAJVÍZ	A	B	C1	C2	C3
<b>Összes alifás szénhidrogén (TPH) µg/l</b>	50	100	500	<b>1000</b>	2000

A Kutrica major üzemanyag tároló-kiszolgáló létesítményei környezetében a talaj szénhidrogénnel intézkedési határérték felett szennyezett. Az olaj több évtizede folyó manipulálása - lefejtése, tárolása, kiszolgálása - miatt az elcsöpögésből adódóan jelentős a felszíni (0,5-0,8 m mély) talajréteg elszennyeződése (9. melléklet). A szennyezés gócpontja a földalatti tartály és szerelvényei, valamint az üzemanyagkút (KM-3 fúrás). A szennyeződés mértéke a talajban lefelé mérséklődik, 2 m mélységben már intézkedési határérték alá csökken az erősen szennyezett talajvíz közelsége ellenére is (10.-11.-12. melléklet).

A talajvizen a KM-3 fúrásban már a helyszínen felúszó, szabad fázisú szénhidrogén jelenlétét észleltük (13. melléklet). A laboratóriumi szénhidrogén-vizsgálatok eredményei valószínűsítik a KM-2 és KM-9 fúrások talajvizében legalább hártya jellegű szabad CH fázis előfordulását is. Felúszó és intézkedési határérték feletti

oldott szénhidrogén csak az üzemanyag-tároló közvetlen közelében, a kerítésen belül fordul elő, összesen 3 fúrásban. A határoló talajfúrások talajvíze nem szennyezett (14. melléklet).

A Kutrica major területén összesen 250 m<sup>3</sup> intézkedési határérték felett szennyezett talajtömeget határoltunk le az üzemanyagkút és földalatti tartály térségében. A talajvízen felúszó szabad CH fázis kiterjedése mintegy 80 m<sup>2</sup>, mennyisége kb. 8 m<sup>3</sup>. Az intézkedési határértéket meghaladó oldott szénhidrogénnel szennyezett talajvíztest kiterjedése kb. 300 m<sup>2</sup>, térfogata mintegy 600 m<sup>3</sup>.

A szennyezett talaj mentesítésére a Széchenyi terv ("*Komplex és Hatékony Bioremediációs Technológiák Kifejlesztése Szennyezett Talajok Kármentesítésére*") keretében kísérleti fejlesztést javasolunk, melynek során párhuzamos talajvíztisztítás mellett ciklodextrines kezeléssel mobilizáljuk a talajszemcsékhez kötött szénhidrogént és tisztítjuk meg a talajt.

Kísérleti célra több szempontból a Kabai Burgonya Szövetkezet, Kutrica major terület felel meg:

- A Kutrica major területén összesen 250 m<sup>3</sup> szénhidrogénnel intézkedési határérték felett szennyezett talajtömeget határoltunk le. A talajvízen felúszó szabad CH fázis kiterjedése mintegy 80 m<sup>2</sup>, mennyisége kb. 8 m<sup>3</sup>. Az intézkedési határértéket meghaladó oldott szénhidrogénnel szennyezett talajvíztest kiterjedése kb. 300 m<sup>2</sup>, térfogata mintegy 600 m<sup>3</sup>. Kármentesítési szennyezettségi határérték földtani közeg esetében: 1000 mg/kg, felszínalatti víz (talajvíz) esetében: 1 mg/l összes alifás szénhidrogén.
- A kísérletek beállításához és lefolytatásához a Kabai Burgonya Szövetkezet, mint a Kutrica major tulajdonosa írásban hozzájárult.
- Az illetékes Tiszántúli Környezetvédelmi Felügyelőség 501/02/2002. számú Határozatában elfogadta a Megaterra Kft. által készített tényfeltárási záródokumentációt, melyben a szennyezett talaj kármentesítésére javasoltuk a ciklodextrines kezelést, mint bioremediációs kísérleti fejlesztést, és engedélyt adott a kísérletek elvégzéséhez.

- A Tiszántúli Környezetvédelmi Felügyelőség 501/09/2002. számú Határozatában műszaki beavatkozást rendelt el a talaj- és talajvíz szennyezettség megszüntetésére a Kutrica major területén.
- A kísérleti hely lakóterülettől távol helyezkedik el, de szilárd burkolatú úton könnyen megközelíthető.
- A terület elektromos árammal, vezetékes vízzel ellátott.
- A területen nagyfelületű betonterületek találhatók, melyek egy esetleges kitermeléses on-site kezelésre lehetőséget teremtenek.

### **3. A kísérleti helyszín előkészítése**

#### **3.1. Helyszíni munkák**

##### **3.1.1. Szemrevételezés, a szennyezett talaj jellemzése**

2002. március 5.-én szemrevételezés és mintavételezés történt a területen. Egy feltárógödrt mélyítettünk, mely a következő jellegzetességeket mutatta: a felső néhány cm termőtalajhoz hasonló réteg, alatta kemény, olajjal átitatott, jellegzetes rétegződést mutató képződmény található. Szétmorzsolható. A kemény összeállt réteg alatt 20 cm vastag homok található, nem tűnik nagyon szennyezettnek, alatta 55 cm salakos réteg, kevés agyag-betelepüléssel. A salakos réteg kis sűrűségű, erősen olajszagú. A salakos réteg alatt agyagos talaj, érzékszervi vizsgálat alapján szennyezettnek tűnik.

##### **3.1.2. A kutak fúrása**

A szükséges szakhatósági engedélyek és állásfoglalások megadását követően a területen feltárt szénhidrogén eredetű talaj- és talajvíz szennyeződés megszüntetése céljából 2002. július hónapban 8 db talajfúrást mélyítettünk. A fúrásokat száraz magfúrással végeztük és beomlás ellen biztosítottuk (lecsöveztük). A KT-1 jelű fúrásból a geológiai rétegváltásokat figyelembe véve méterenként talajmintákat vettünk, melyek a Cyclolab laboratóriumában kerültek vizsgálatra. Talajvízmintát a KT-1, a KF-1 és KF-2 jelű fúrásból vettünk, melyeket akkreditált laboratóriumban vizsgáltattunk meg (8. melléklet).

## Kutak:

- **KT-1 jelű kombinált kút** (talajvíz kitermelő+levegő elszívó). Fúrasi átmérő: 200 mm. Csőátmérő: 160 mm. Talpmélység: 6,0 m. Nyugalmi talajvízszint felszíntől: - 2,8 m (telepítéskor). Szűrőzés: -1,50 - - 5,0 m között, 0,75 mm széles résszűrő, a szűrőzött rész alatt 1 m-es iszapzsák foglal helyet. A gyűrűsteret osztályozott, 1-3 mm átmérőjű gyöngykaviccsal töltöttük fel. Napi vízkitermelés: 15 m<sup>3</sup>/nap. Kútfej: zárt, kombinált csősapka, szivattyú termelőcső (1 colos) és levegőelszívó cső (2 colos) csatlakozására alkalmas. Telepítés helye: a szennyezés gócpontjában, az egykori feltárógödör helyén (centrális).
- **Levegő bevezető (passzív) kutak (5 db)**. Fúrasi átmérő: 100 mm. Csőátmérő: 63 mm. Talpmélység: 5,0 m. Szűrőzés: -0,5 - - 4,0 m között, 0,75 mm széles résszűrő, a szűrőzött rész alatt 1 m-es iszapzsák foglal helyet. Kútfej: nyitott. Telepítés helye: a levegőelszívó kút körül, attól 2-3 m-re.
- **KF-1 és KF-2 jelű monitoring kutak**. Fúrasi átmérő: 160 mm. Csőátmérő: 110 mm. Talpmélység: 5,0 m. Nyugalmi talajvízszint felszíntől: KF-1: -2,8 m; KF-2: - 2,75 m. Szűrőzés: -1,50 - - 4,0 m között, 0,75 mm széles résszűrő, a szűrőzött rész alatt 1 m-es iszapzsák foglal helyet. A gyűrűsteret osztályozott, 1-3 mm átmérőjű gyöngykaviccsal töltöttük fel. Kútfej: acél védőcső, zárható kútsapka, betongallér.



### 3.1.3. A kitermelt szennyezett talajvíz tisztítása

Az oldott szénhidrogénnel szennyezett talajvíz tisztítását helyszíni mobil víztisztító berendezéssel végezzük el. Ennek telepítését és próbaüzemét 2002 július hónapban, a kutak telepítését követően elvégeztük. Az oldott CH eltávolítása a talajvíz depressziós szivattyúzásával valósul meg. A szivattyú típusa: TESLA IDEA, teljesítménye: 3-4 m<sup>3</sup>/óra. A depresszió mértékét helyszíni próbák alapján állítjuk be. A búvárszivattyúk vezérlését automatika végzi. A működési elv az ellenőrző egység folyadék-ellenállás érzékelésén alapszik, a szintszabályozást a folyadékba merített speciális szondák végzik egy legmélyebbre süllyesztett közös elem segítségével. Amikor a folyadékszint a tartályban, vagy a kútban mindhárom szondát ellepi, bekapcsol egy relé, amely később kikapcsol, ha a folyadékszint lesüllyed és már nem lepi el az alsó szondát (Elettrosonda MAC 3 SR). Az "SR" villamos szonda állítható érzékenységu és így tökéletes szintszabályozást tesz lehetővé az elektromos vezetőképességgel rendelkező folyadékoknál. Tápfeszültség: 220 V, szonda feszültség 10 V. Minden szondához tartozik 3 db érzékelő és egy db vezérlő egység.



A vízszint süllyesztő szivattyú és az automatika összes elektromos energiaigénye  
max: 2 kWh.

A kiszivattyúzott, oldott szénhidrogént tartalmazó talajvizet aktívszenes szűrőtöltettel tisztítjuk meg. A kitermelt talajvíz először egy előszűrőn, majd vízórán és nyomásmérőn halad át. Ezt követően jut az aktívszenes oszlopokra (2 db). Az aktív szenes talajvíz-utószűrés szűrőházai állóhengeres kivitelűek, a szennyeződés mértékétől függően egy vagy sorba kapcsolva több egységből állhatnak. Egy-egy henger térfogata 50-100 l. A víz felül lép be a szűrőházba, majd lefelé áramlik, miközben szennyezőanyag-tartalma az aktív szénszemcsék (granulátumok) felületén megkötődik. A megtisztult víz a henger alján egy fizikai szűrőegységen keresztül hagyja el a szűrőházat. Javasolt aktív szén töltet: Filtrasorb 75, Filtrasorb 200, Filtrasorb 450, WS 42, Donaucarbon. Ezek a töltetek hővel újraaktiválható cilindrikus pellet-granulátumok nagy törési ellenállással, nagy mikroporozussággal (ezen belül az adszorpciós pórusok a meghatározóak, de az anyagáram szállítását biztosító pórusok mennyisége is megfelelő).

Az aktív szén kimerülése esetén cseréljük, veszélyes hulladékként gyűjtjük és ártalmatlanításáról gondoskodunk. A megtisztított talajvizet a szennyezett talajvízcsóván kívül a területen kialakított csapadékvíz elvezető árokba vezetjük, ahol elszikkad. A meglévő adatok alapján a tervezett célszintet várhatóan 18 aktív hónap alatt érjük el. A rendszer beindításától eltelt idő alatt (augusztus hónap) 223 m<sup>3</sup> talajvizet tisztítottunk meg.

#### **3.1.4. A levegőztető rendszer elrendezése**

Pontforrásból eredő szennyeződés esetén a szennyezőanyag a forrásból vertikálisan és horizontálisan terjedve jellegzetes csepp alakú szennyezett foltot eredményez a talajban. A hengerszimmetrikus szennyeződés eloszláshoz hengerszimmetrikus kezelési technológiát alakítunk ki a talajtérfogat által lehatárolt kvázi-reaktorban. Ez azt jelenti, hogy a levegőelszívás centruma a cseppnek megfelelően, annak lefelé történő meghosszabbításaként kialakított levegőztető kút. A centrálisan elhelyezkedő, szívott levegőztető kút 160 mm átmérőjű (KT-1), hogy szükség esetén vízmintát is lehessen belőle venni. Ennek fejét zárhatóra alakítottuk úgy, hogy a levegőztetéshez szükséges szerelvények (szűkítőcső, csap) csatlakoztathatóak legyenek. A kutakból a levegőt KPE csövön keresztül szívja a ventilátor, mely a víztisztító berendezéssel együtt egy kiszolgáló épületben kapott helyet.

A centrális elszívó kúthoz, a terület kis kiterjedésének megfelelően 5 db kútból álló passzív-kútsor tartozik, mely a légköri levegő mélyebb rétegbe vezetését szolgálja. Az elszívó kút körül 2-3 m távolságban szimmetrikusan elhelyezett passzív kutak átmérője 63 mm átmérőjű mm, a kezelendő mélységhez igazodó 0,75 mm-es perforációjú béléscsővel.

A levegőztető kutak esetében is ügyelni kell az eltömődés megakadályozására, a PVC béléscsővet, a víznyerőkutakhoz hasonlóan, nagy átteresztőképességű, gyöngykaviccsal feltöltött gyűrűstérrel vesszük körül, melyet agyagréteggel és cementtel lezárunk.

### **3.2. Laboratóriumi vizsgálatok**

A helyszíni munkálatok során vett, azonosítóval ellátott talajvízmintákat hűtött körülmények között haladéktalanul beszállítottuk a vizsgáló laboratóriumba. A laboratóriumi vizsgálatokat akkreditált laboratóriumban végeztetjük el, az érvényes magyar szabványok, műszaki irányelvek szigorú betartásával.

A mintavétel és analízis gyakorisága: 1 hónapig hetente, majd havonta. Az adalékok hozzáadásakor: előtte egy mérés, majd utána 3 napig naponta.

Vizsgálandó paraméterek (talajvíz): GC-TPH.

A talajmintákat a Cyclolab Kft. vizsgálja.

A laboratóriumba szállított talajmintából az alábbi technológiai kísérletek elvégzése szükséges:

- A biotechnológia alkalmazhatóságának bizonyítása, a természetes biodegradáció mértékének megállapítása
- Optimálási kísérletek a megfelelő technológiai paraméterek kimérésére:
  - levegőztetés, adalékanyagok, saját mikroflóra vagy oltóanyag,
  - hozzáférhetőség-növelés három féle ciklodextrinnel, az alkalmazott CD mennyisége és az alkalmazás módja.
  - Kiemelt fontossággal bír a levegőztetés, a levegőztetés mértékének megállapítása, valamint a kiszívott gáz analízise (CO<sub>2</sub> tartalom, O<sub>2</sub> tartalom mérés)
  - A gázanalízis eredményeinek felhasználása a technológia ellenőrzésére és szabályozására. (Levegőztetési kísérletek, a légzésmérőben végzett talajlégzési



vizsgálatok rétegenként, aktiválhatósági kísérletek. A három különböző ciklodextrin kipróbálása a levegőztetéssel lombik-reaktorban.)

A laborkísérleteket a BMGE-MGKT Kutatócsoportja végzi.

## **4. A technológiai kísérletek beállítása**

### **4.1. A szennyezett talaj kezelése bioventillációval**

100 kg átlagos szénhidrogén biodegradációjához kb. 160 kg oxigénre van szükség, biztonsági okokból ennek 10-20 szorosával kell tervezni. A talajlevegő oxigéntartalmának növelésére azért van szükség, hogy a biodegradációt végző mikrobák élőhelyére, a biofilmbe diffúzióval történő bejutáshoz megfelelő hajtóerőt biztosítson a levegővel kitöltött pórustérfogat és a biofilm közötti koncentrációkülönbség. Az oxigéntartalmat a légköri levegő mélyebb rétegekbe vezetésével oldjuk meg, szívással. A talajszellőztetés a mikrobák működését korlátozó termék, a CO<sub>2</sub> elvezetését is megoldja és biztosítja a szénhidrogének egyenletesebb eloszlását a szilárd szemcsék felületén.

A talaj belsejében enyhe légáramot alakítottunk ki talajszellőztetéssel, vagyis ventilátorral történő levegőkiszívással. A levegő kiszívása perforált bélésű csővel ellátott levegőelszívó kúton (KT-1) keresztül történik, kis teljesítményű ventilátorral. A ventilátor működését időkapcsoló szabályozza. Az előzetes talajvizsgálatok alapján a szellőztetés javasolt minimális mértéke 180 m<sup>3</sup>/nap, ajánlott mértéke 10 – 20 m<sup>3</sup>/óra, a légcserék száma az átszellőztetett talajtérfogatban 1-5 légcseré/óra. A ventilátor szükséges teljesítményét a talaj pórustérfogatából, ill. légáteresztő-képességéből lehet kiszámítani a szükséges légcserék számának figyelembevételével. A ventilátor működtetése lehet folytonos, vagy szakaszos. Tapasztalat szerint a napi 1-2 órás átszellőztetés ugyanazt az eredményt hozza, mint a folyamatos.

### **4.2. Adalékok alkalmazása**

A szennyezőanyag mennyiségének ismeretében (átlag 5,6 g/kg, összesen: 4600 kg), valamint a kb 14 hónap kezelési időt számítva a szükséges N és P műtrágya mennyisége összesen 400 kg, melyet a lebomlás exponenciálisan csökkenő folyamatának figyelembevételével több, egyre csökkenő mennyiségű részletben adagolunk vizes oldat formájában. Ez hat részletet jelent, N- re vonatkoztatva 100

kg, 100 kg, 50 kg, 50 kg, 50 kg, 50 kg elosztásban, a P-ből tizedrészét ezeknek. A talaj mélyebb rétegeibe a perforált levegőztető kutakon keresztül juttatjuk be a tápsóoldatot.

A ciklodextrint a N és P műtrágyával együtt fogjuk adagolni, de csak 2-3 részletben.

A hozzáférhetőséget növelő adalékot igen híg (nem több mint 1 %-os) vizes oldat formájában juttatjuk a talaj mélyebb rétegeibe a perforált kutakon keresztül. Az alkalmazandó mennyiséget és koncentrációt, a CD fajtáját és adagolásának pontos módját az előkísérletek eredményei döntenek el.

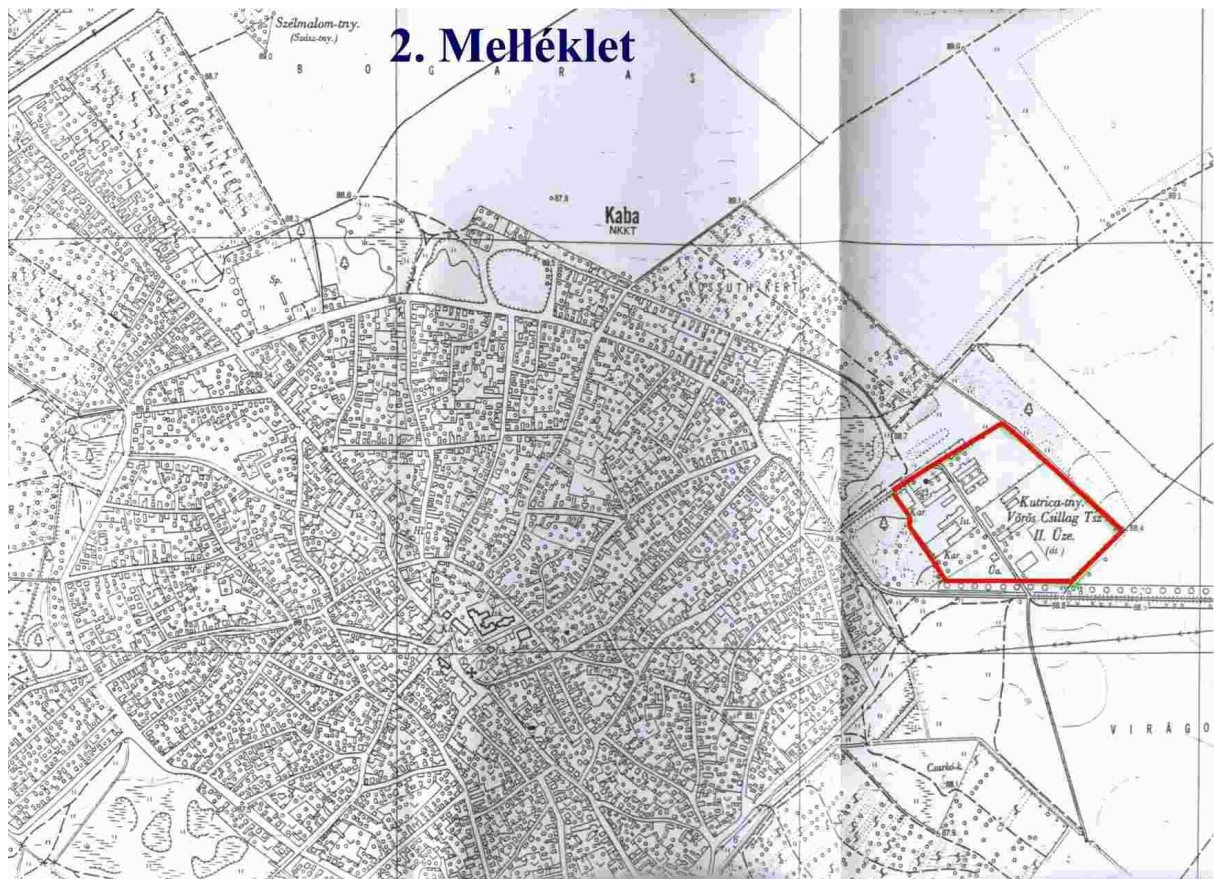
### **4.3. Technológia monitorozás**

A technológia-monitoringra fizikai-kémiai-mikrobiológiai vizsgálatokat, a végeredmény minősítésére fizikai-kémiai és ökotoxikológiai módszereket alkalmazunk, mind a talaj, mind a víz esetében.

A vízszivattyúzás és levegőelszívás megindítása után, de még a műtrágya adagolás előtt beálló, ún. állandósult állapotot a vízminták állandósult CH-tartalma, valamint a levegő  $O_2$  és  $CO_2$  tartalma fogja mutatni. Az állandósult állapothoz képest figyelni kell az adalékok (CD,N,P) hozzáadása utáni változásokat.

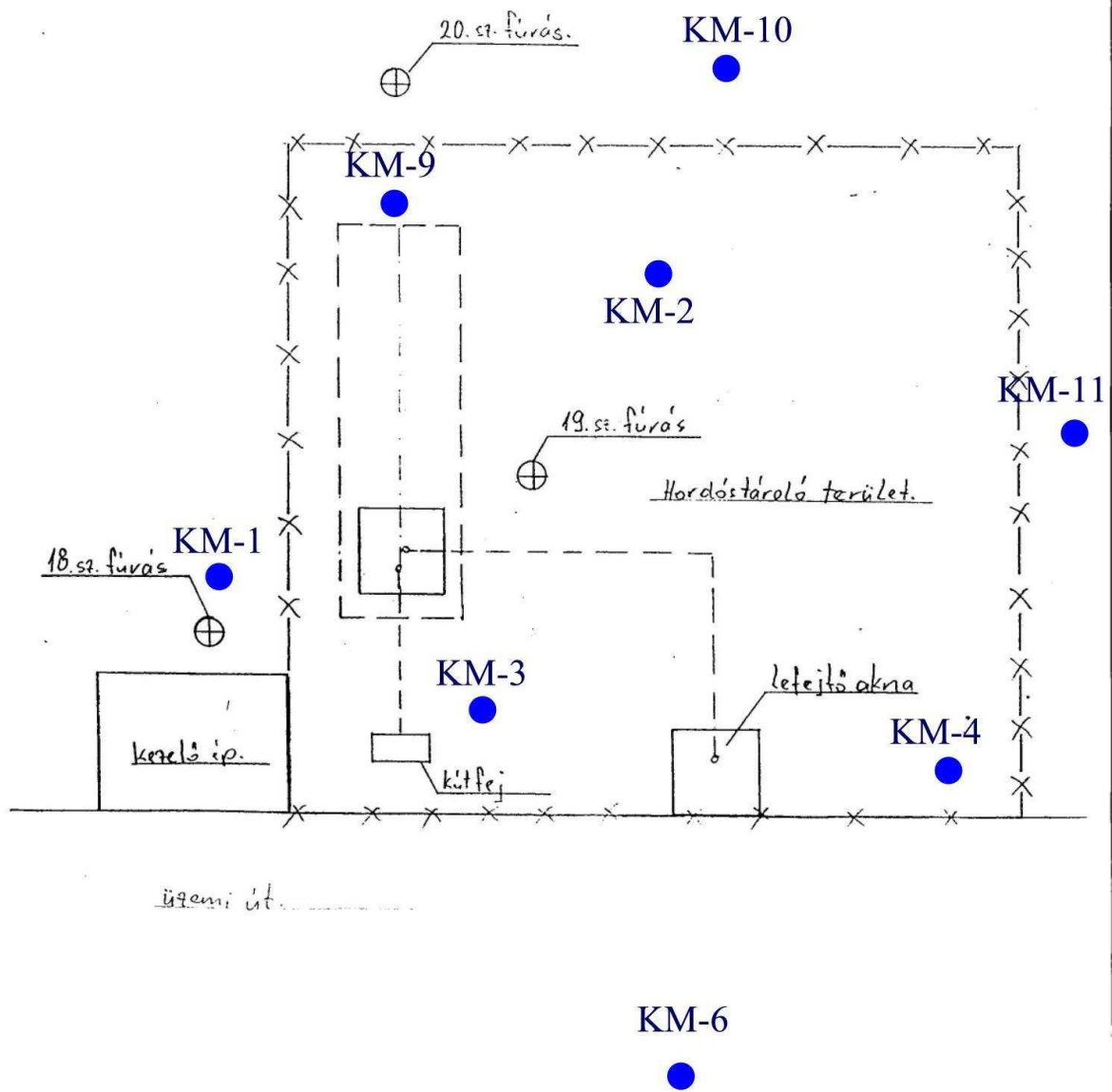
# 1. Melléklet

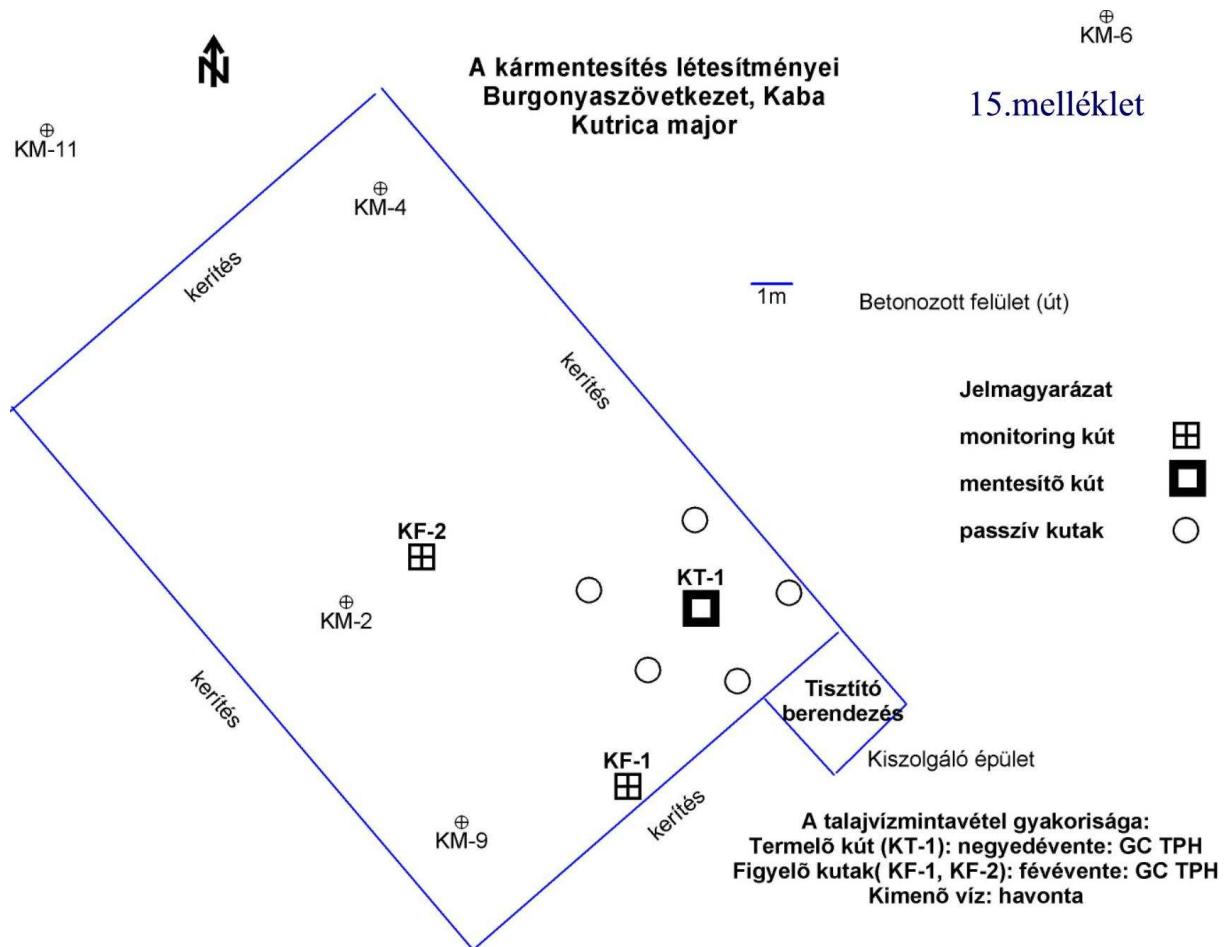




### 3. Melléklet Fúrásponatok Kutrica major

- ⊕ Környezetgazdálkodási Egyesülés 1995. évi fúrásai
- Megaterra Kft tervezett fúrásai, 2001

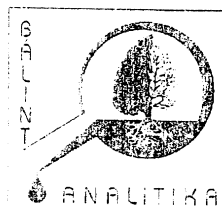




## 5. Melléklet



1116 Budapest,  
Fehérvári út 144.  
Tel: 206-0732  
Tel./Fax: 382-6157



Mérnöki  
Kutató és  
Szoftver  
Kft.



Regisztrációs szám: DAP-PL-3432.00

BÁLINT ANALITIKA KFT. 02-176/26-28

### Kabakutrica Major

#### Vízminták TPH-GC vizsgálati eredményei

2002.08.02.

Labor kód	Minta jele	Mintaelőkészítés kezdete	mérték-egys.			TPH-GC
02-176/26	KT 1	2002.08.02. 2002.08.05.	µg/L	C5-12 C13-40	928 9790	10700
02-176/27	KF 1	2002.08.02. 2002.08.05.	µg/L	C5-12 C13-40	465 3620	4090
02-176/28	KF 2	2002.08.02. 2002.08.05.	µg/L	C5-12 C13-40	2000 30700	32700

A módszer kimutatási határa (nd):

talajnál: 0.5 mg/kg  
talajviznél: 0.5 µg/L

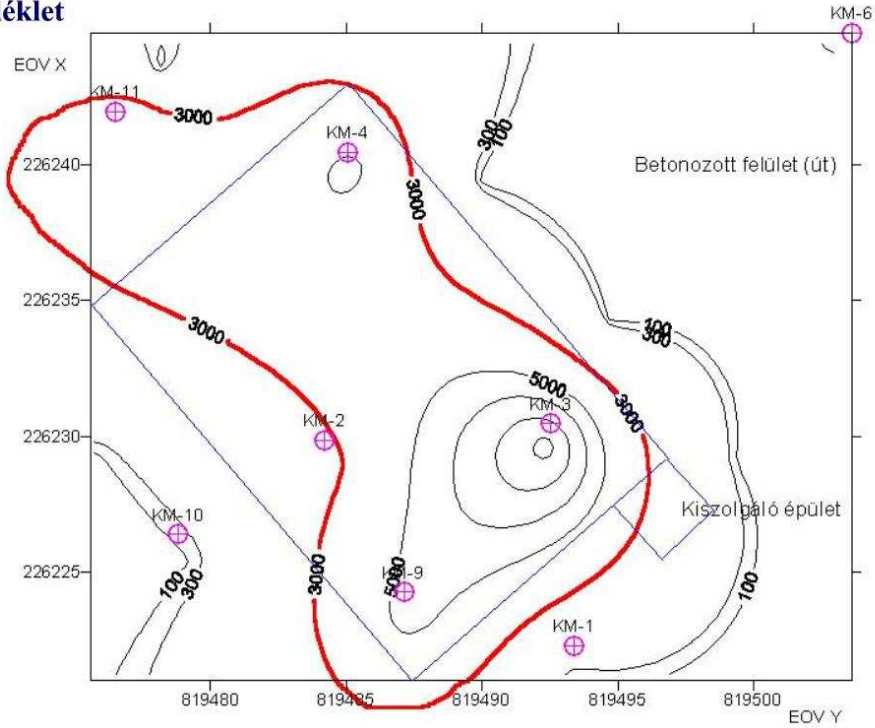
Mérési pontosság: (±) 10%

*[Handwritten signature]*  
BALINT ANALITIKA KFT  
1071 Budapest, Fehérvári út 144.  
Levegőtisztosítókészlet  
Központ: 2060732  
02176/26-28



A talaj felszíni rétegének szénhidrogén-szennyezettsége - Kaba, Kutrica major, 2001. június

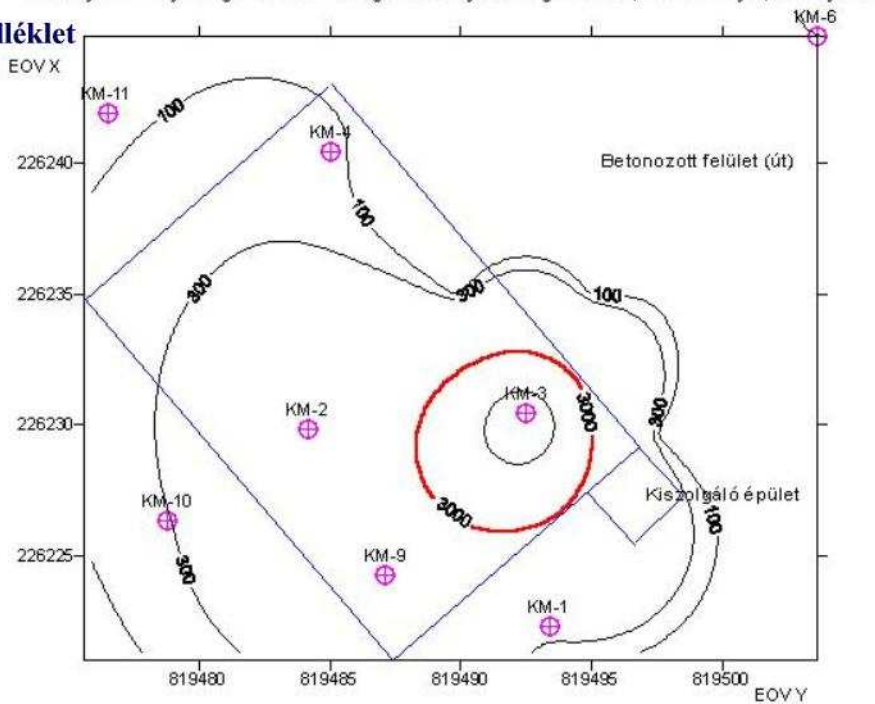
**7. Melléklet**



Talaj összes alifás szénhidrogén határértékek  
 "B" (szennyezettségi határérték) 100 mg/kg  
 "C1" 300 mg/kg  
 "C2" (intézkedési határérték) 3.000 mg/kg  
 "C3" 5.000 mg/kg

A talaj 1 m mély rétegének szénhidrogén-szennyezettsége - Kaba, Kutrica major, 2001. június

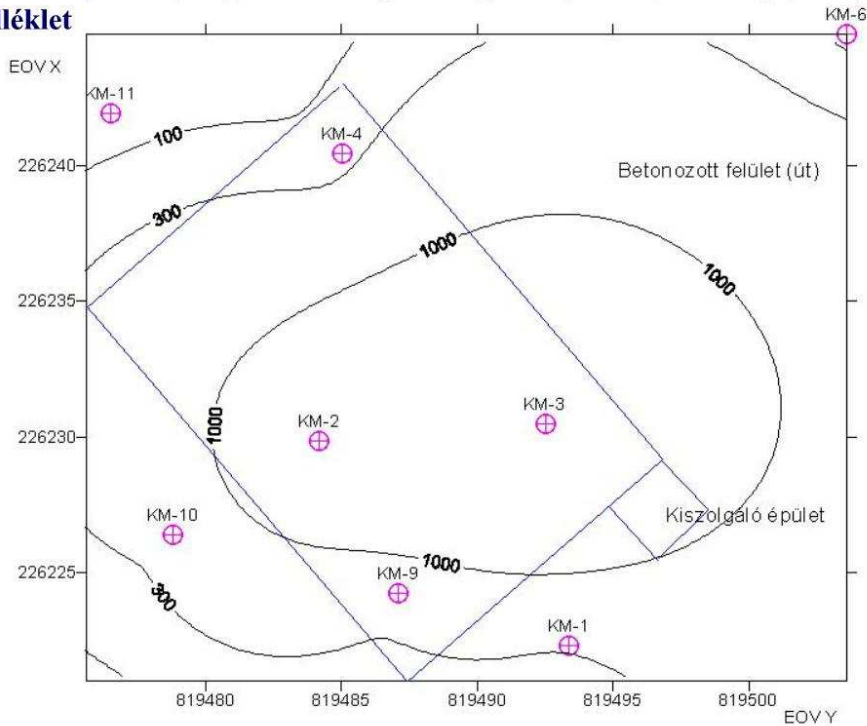
**8. Melléklet**



Talaj összes alifás szénhidrogén határértékek  
 "B" (szennyezettségi határérték) 100 mg/kg  
 "C1" 300 mg/kg  
 "C2" (intézkedési határérték) 3.000 mg/kg  
 "C3" 5.000 mg/kg

A talaj 2 m mély rétegének szénhidrogén-szennyezettsége - Kaba, Kutrica major, 2001. június

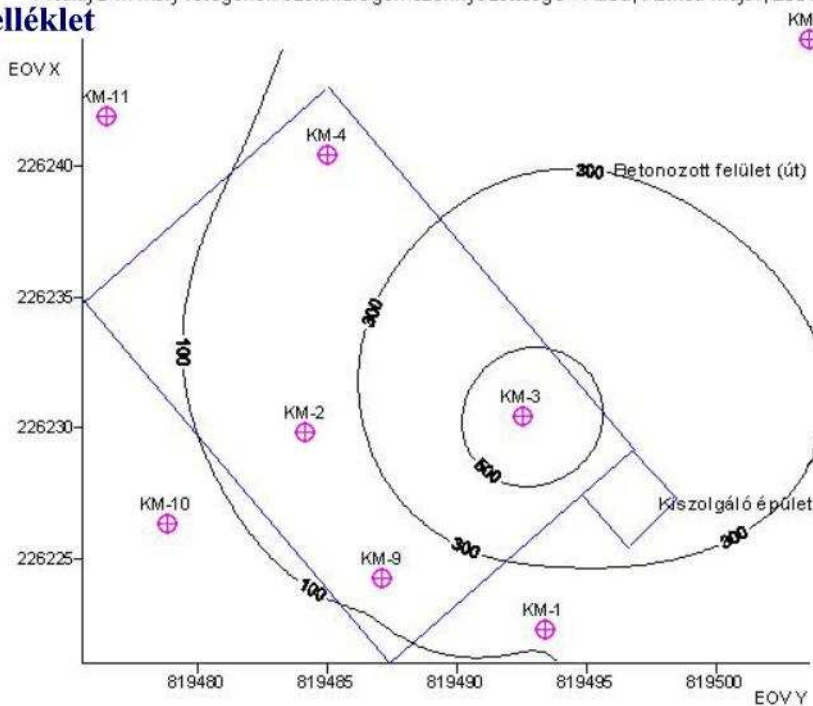
### 9. Melléklet



Talaj összes alifás szénhidrogén határértékek  
 "B" (szennyezettségi határérték) 100 mg/kg  
 "C1" 300 mg/kg  
 "C2" (intézkedési határérték) 3.000 mg/kg  
 "C3" 5.000 mg/kg

A talaj 3 m mély rétegének szénhidrogén-szennyezettsége - Kaba, Kutrica major, 2001. június

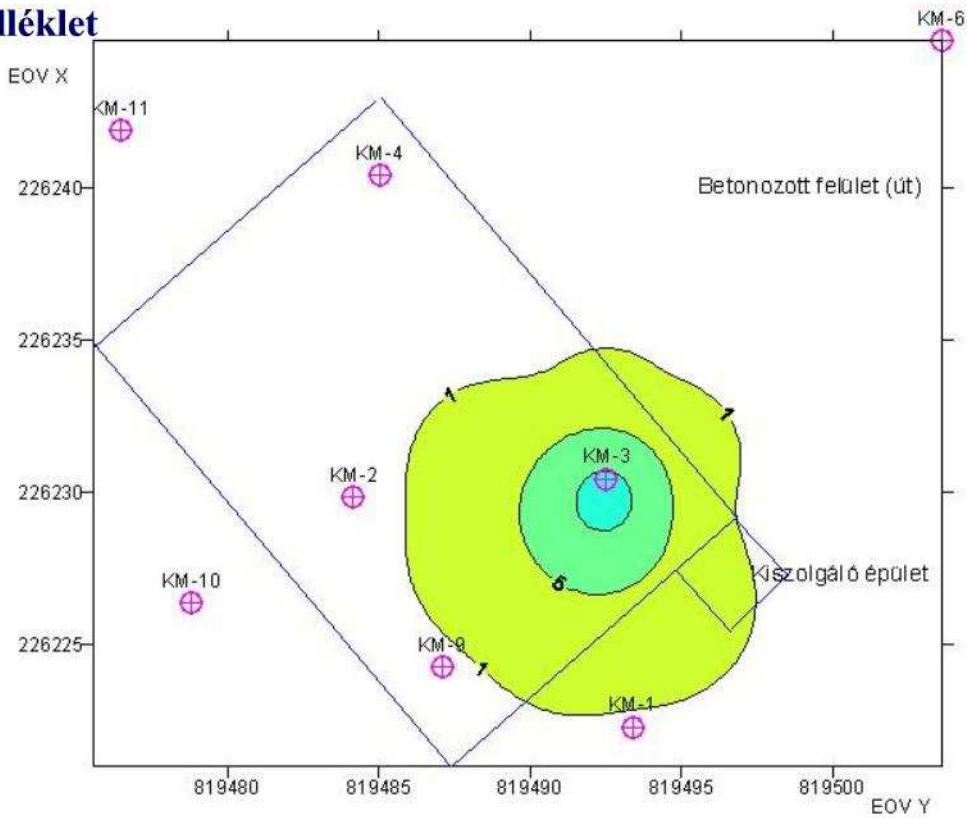
### 10. Melléklet



Talaj összes alifás szénhidrogén határértékek  
 "B" (szennyezettségi határérték) 100 mg/kg  
 "C1" 300 mg/kg  
 "C2" (intézkedési határérték) 3.000 mg/kg  
 "C3" 5.000 mg/kg

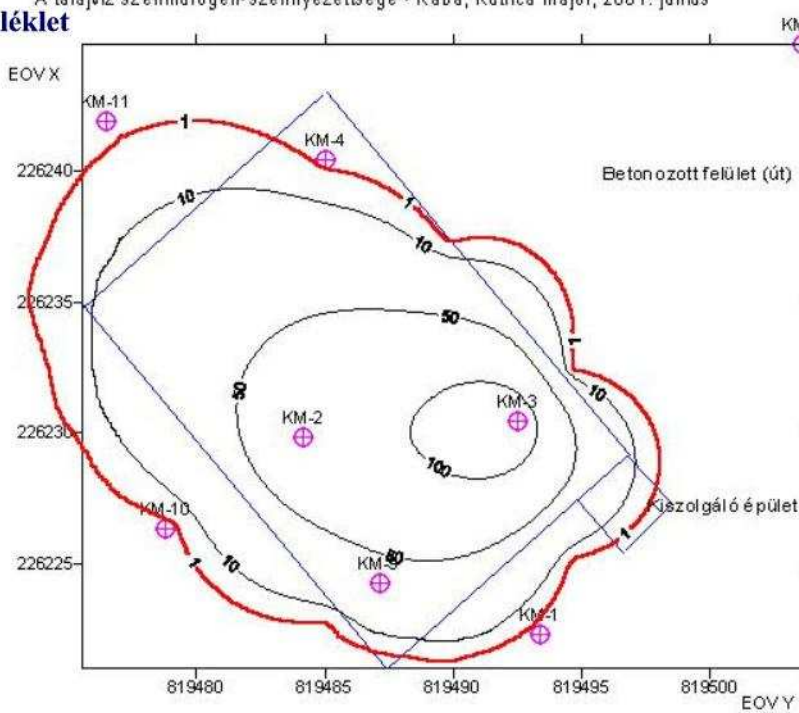
A talajvizen felúszó szabad szénhidrogén-fázis vastagsága (cm) - Kaba, Kutrica major, 2001. június

### 11. Melléklet

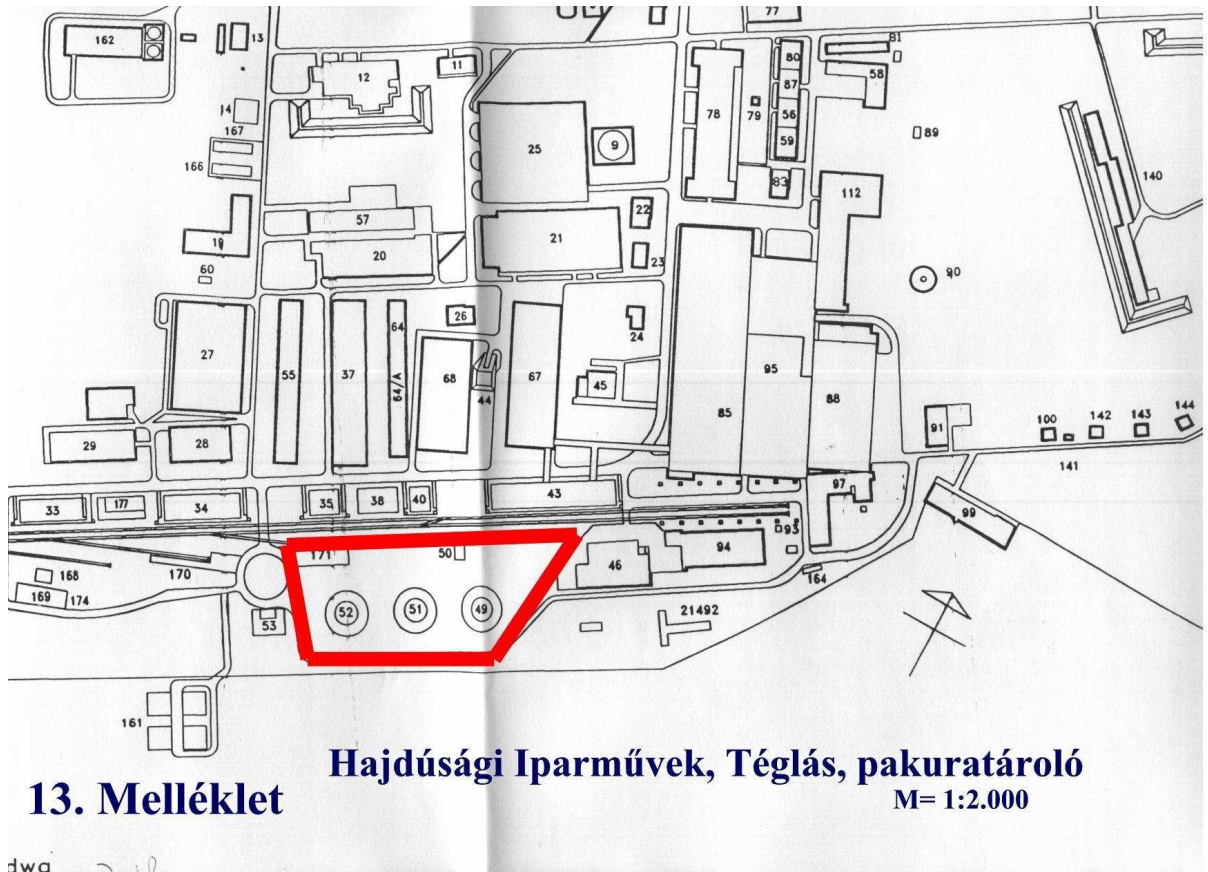


A talajvíz szénhidrogén-szennyezettsége - Kaba, Kutrica major, 2001. június

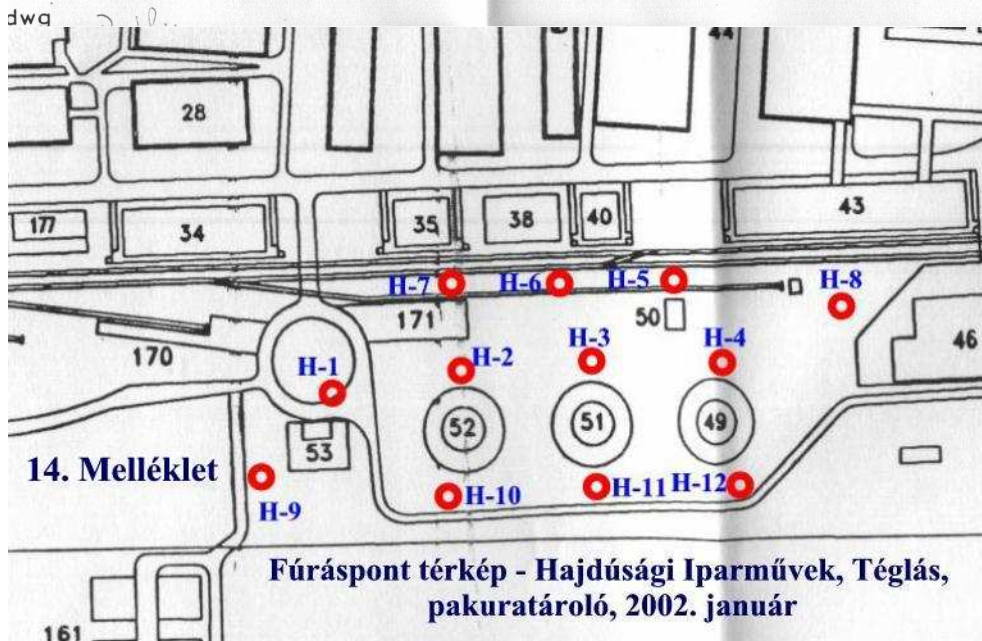
### 12. Melléklet



Talajvíz összes alifás szénhidrogén határértékek  
 "B" (szennyezettségi határérték) 0,1 mg/l  
 "C1" 0,5 mg/l  
 "C2" (intézkedési határérték) 1 mg/l  
 "C3" 2 mg/l



**13. Melléklet**



**14. Melléklet**