

1. 4 GEOFIZIKAI MÉRÉSEK A KÖRNYEZETVÉDELEM CÉLJAIRA

Fejes Imre, Magyar Balázs, Schönviszky László

Az elmúlt években hazánkban is teret hódított a fejlett országokban már széleskörűen elterjedt és általában kötelezően alkalmazott környezetvédelmi gondolkodásmód. Ez a szemlélet az emberiség kötelezően megoldandó feladatának tartja a természeti környezet értékeinek megvédését (ez a természetvédelem) és az emberi tevékenység szükségképpen környezet-károsító hatásának minimalizálását (ez a környezetvédelem). Mivel mind a természetes, mind a mesterséges környezetünk fenntartásában, illetve kialakításában meghatározó tényező a környezetföldtani jelleg, ezért a környezet- és természetvédelemben jelentős (és növekvő) szerepet kell kapjon a geofizikai kutatás, hiszen a felszín alatti állapot gazdaságos, gyors és főleg objektív módon történő megismerése elsősorban geofizikai vizsgálatokkal lehetséges.

A környezetvédelmi célú vizsgálatok geofizikai mérőeszközei a mérnökgeofizikai és a kismélységű vízkutató módszerekből logikusan fejlődtek ki. Ilyen mérésekre az elmúlt évtizedekben az Évi Jelentésben már sok példát mutattunk be. A környezetért felelősséget érző gondolkodásmód nemcsak új piacot jelentett a geofizikai mérések számára, hanem egyben kihívást is a geofizikai módszerfejlesztésnek. Olyan eljárásokat és műszereket kell alkalmaznunk, amelyek egyrészt gazdaságosabbak és gyorsabbak, mint eddigi eljárásaink, másrészt speciális paramétereket tudnak mérni (pl. vízáteresztőképesség, szénhidrogén-tartalom). 1990-ben költségvetési támogatással többéves módszerfejlesztő tevékenységbe kezdtünk, amelynek eredményei már 1991-ben láthatóak lesznek. A következőkben az elmúlt évek eredményeiből mutatunk be néhány példát.

1. 4. 1 Veszélyeshulladék-lerakó telepek vizsgálata

1989-ben a Környezetvédelmi Minisztérium felkérte a Központi Földtani Hivatalt, hogy a földtani kutatási eredmények alapján tegyen új javaslatokat az Országos Veszélyeshulladék-lerakó Telepek hálózatának kijelöléséhez. A hulla-

1. 4 GEOPHYSICAL SURVEY FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION

Imre Fejes, Balázs Magyar, László Schönviszky

In recent years, particularly in the developed countries but in Hungary, too, people have become much more conscious of the need to consider environmental protection. Man is very much more aware of his obligation to protect the values of the natural environment (protection of nature) and to minimize the necessarily environmentally damaging effects of human activity (this is environmental protection). The geological character of the environment is a factor of primary importance in the forming and the preservation of both the natural and the artificial environment. In view of this geophysical research should get a considerable (and increasing) role in protecting nature and in environmental protection, because the subsurface condition can economically, quickly and objectively be investigated first of all by geophysical measurements.

Geophysical equipment for environmental protection examinations has logically developed from engineering geophysical and shallow water prospecting methods. In the last decades similar investigations have many times been illustrated in ELGI's Annual Reports. The recognition of the need for a sense of responsibility concerning the environment is not only a new market for geophysical research but at the same time a challenge in the designing of geophysical instruments. Methods and equipment that are more economical and quicker than the procedures utilized till now on the one hand and that are able to measure special parameters on the other hand (e.g. water transmissibility, hydrocarbon content, etc) should be applied. In 1990 a long-term methodological development started with budgetary support; the results of this development already appeared in 1991. In the following, several examples from the results of recent years will be illustrated.

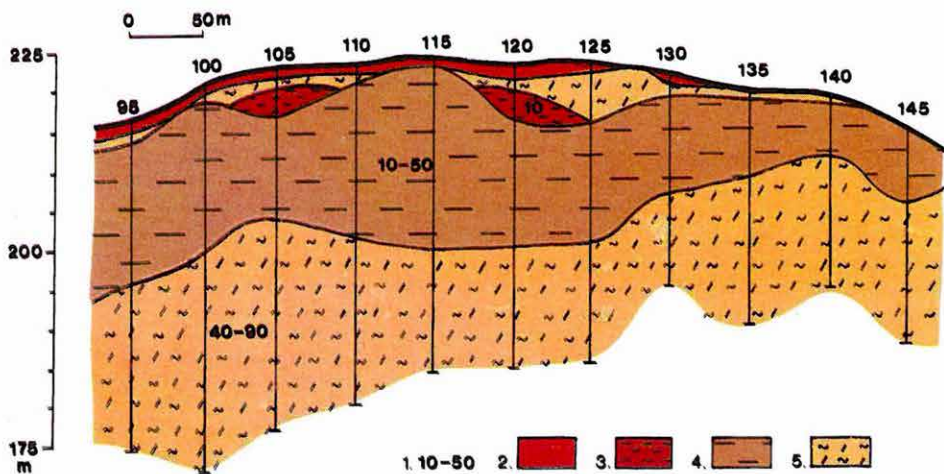
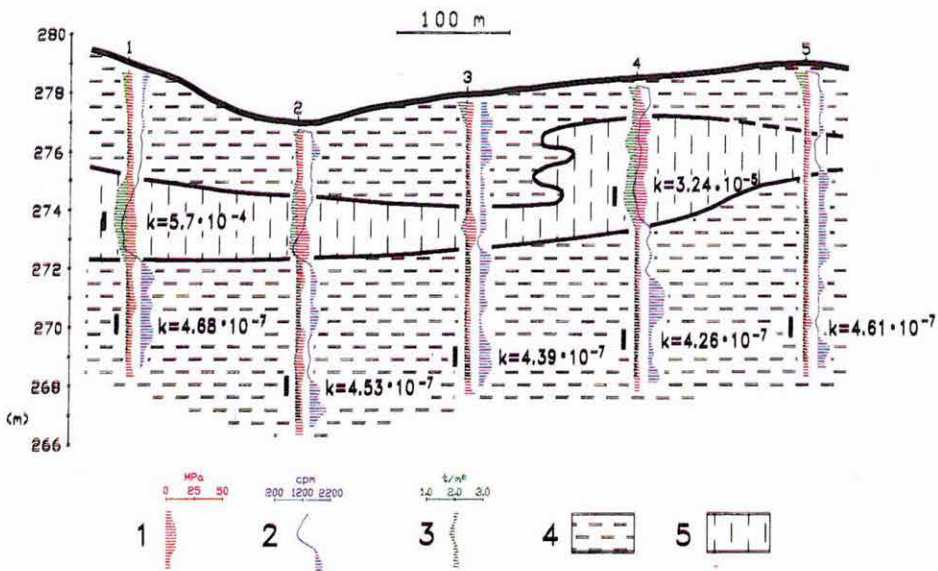
dékok biztonságos elhelyezése szempontjából meghatározó jelentősége van a felszínközeli képződmények vízvezető képességének, mert igen fontos, hogy a hulladék-lerakókból ne juthasson szennyezőanyag a talajvízbe.

A felszíni geológiai térképezés ilyen információt nem tud szolgáltatni. A kismélységű fúrások egyrészt drágák, másrészt a szivárgási tényező "in-situ" meghatározását nem teszik lehetővé. A *mérnökgeofizikai szondázással* a rétegek vízvezetőképesége közvetlenül (eredeti települési viszonyok között) meghatározható (Khafagi-féle szivárogtatási eljárás a mérnökgeofizikai szondázás csőrakatain keresztül a kívánt mélységben). A hulladék-lerakó telepek tervezett helyein ezért 1990-ben mérnökgeofizikai szondázások sorozatát végeztük egyrészt a földtani felépítés meghatározására, másrészt a szondázásokkal talált vízzáró rétegekben a szivárgási tényező (k) mérésére.

A szondázás során mért természetes gamma-aktivitás és a vízvezetőképeség között szoros, bár nem országos érvényű összefüggés áll fenn. Növekvő természetes aktivitással szinte mindenütt a csökkenő vízvezetőképeség jár együtt. A felszínközeli laza szerkezetű üledékes képződmények természetes gamma-aktivitása — ha más sugárzó anyag, pl. radioaktív hulladék nincs jelen — alapvetően a kálium 40-es izotópjától származik. Mivel ez számottevő mennyiségben az illitben — ebben a fontos agyagásványban — fordul elő, ez a fizikai paraméter jó közelítéssel agyagtartalomnak is értelmezhető. A magas agyagtartalmú képződmények pedig általában rossz vízvezetők. Az összefüggés "jóságát" tehát a mérési pontosságot befolyásoló tényezőkön kívül az ásványi összetétel is befolyásolja. Pontosabban az, hogy az adott területen az adott képződmény agyagásványai között milyen arányban fordul elő az illit. Ha tehát a harántolt mélységtartományban a " k " tényezőt egy vagy több helyen ténylegesen meghatározzuk, akkor az aktivitási görbe alapján a hasonló, a jobb, vagy a rosszabb vízvezető-képességű szakaszok biztonsággal kijelölhetők. Mindezeket a Beret mellett (Zemplén megye) végzett mérések adatai szemléltetik a legjobban. (28. ábra)

A hulladékelhelyezés szempontjából kedvező adottságú területen a felszínközeli pannóniai képződmények a várakozással ellentétben nem kellően vízzárók. A szondázással egyidőben végzett " k " mérések (egységesen 9 m-es mélységben) ugyan 10^{-7} cm/s nagyságrendű értéket adtak, de a természetes aktivitás csökkenése minden ponton egy homoklisztes közbetelepülést jelez. Utóbb az ebben a képződményben végzett két vizsgálat a következtetést igazolta. Mivel az egyik ponton ez a képződmény közel 1 m-re megközelíti a terepfelszínt, a szakvéleményben a részterületet földtani szempontból kedvezőtlennek, így veszélyeshulladék-lerakó telep létesítéséhez alkalmatlannak minősítettük.

Egy veszélyeshulladék-lerakó telep helyszínének kiválasztásához az áttekinthető jellegű felszíni geofizikai mérések (például: vertikális elektromos szondázások) és a részletező jellegű mérnökgeofizikai szondázások együttes alkalmazására van szükség. Erre példaként a Vál és Vértesacska térségében (Fejér megye) végzett méréseinket mutatjuk be. Első lépésben vertikális elektromos szondázásokkal olyan területeket kerestünk, ahol a felszínközeli nagy (>10 m) vastagságú, feltételezhetően vízzáró agyagréteg van. Az 5,5 kilométernyi szelvényből kb. 2 km hosszúságú szakaszon találtunk ilyen agyagréteget (29. ábra). Ezután mér-



28. *ábra.* Veszélyes hulladékok tárolására Beret község (Borsod-Abaúj-Zemplén megye) mellett kiszemelt terület felderítő geofizikai-földtani szelvénye. MGSz mérések

1 — csúcscellenállás; 2 — természetes gamma-aktivitás (az agyaghatár feletti aktivitás sraffozva)
3 — térfogatsúly; 4 — vízzáró agyagos képződmények; 5 — kevésbé vízzáró kőzetlisztes képződmények. A vízvezetőképesség (k) dimenziója: cm/sec

Fig. 28. Reconnaissance survey to select locality for disposal of hazardous waste around Beret, Borsod county. Data from penetration (engineering geophysical sounding)

1 — cone resistance; 2 — natural gamma-activity (values above 'clay limit' marked); 3 — bulk density; 4 — impermeable clayey complex; 5 — partly impermeable silty complex. Dimension of filtration coefficient (k): cm/s

pic. 28. Geologo-geofizический профиль через участок, отмеченный для хранения опасных отходов (окрестность с. Берет, обл. Боршод-Абауй-Земплен). Инженерно-геофизические зондирования

1— сопротивление на острие; 2— естественная гамма-активность (заштрихованы интервалы с активностью выше границы глины); 3— объемный вес; 4— водоупорные глинистые образования; 5— менее водоупорные илистые образования. Измерение водопроницаемости (k) : см/сек

29. *ábra.* Geoelektromos szelvényrészlet a Vál és Vértesacsa (Fejér megye) térségében tervezett veszélyeshulladék lerakótelep helyén

1 — jellemző fajlagos ellenállás (Ωm); 2 — agyagos talaj; 3 — kővér agyag; 4 — agyag, meszes betelepülésekkel; 5 — meszes agyag, agyagos homok.

Fig. 29. Investigation of a planned hazardous waste disposal site near Vál/Vértesacsa (Fejér county). Part of geoelectric cross-section, data from VES².

1 — characteristic resistivity (Ωm); 2 — clayey soil cover; 3 — fat clay; 4 — clay with calciferous interbeddings; 5 — chalky clay, clayey sand

pic. 29. Геоэлектрический профиль через запланированный участок размещения опасных отходов в окрестности сс. Вал и Вертешача

1— характерное удельное сопротивление (омм); 2— глинистая почва; 3— жирные глины; 4— глины с известковыми линзами; 5— известковые глины, глинистые пески

1. 4. 1 Investigation of dangerous waste deposits

In 1989 the Ministry for Environmental Protection and Water Management invited the Central Office of Geology to make new proposals based on geological research results in order to indicate sites for the National Network of Dangerous Waste Deposits. From the viewpoint of safe waste depositing the permeability of near-surface formations has a determining importance: contamination should not be able to get from the waste deposits into the groundwater.

Information of this kind cannot be obtained from geological mapping: shallow-depth drillings are expensive, and they cannot be used to determine the filtration coefficient in situ. However, the permeability of the layers can directly (with the original settlement conditions) be determined by *engineering geophysical sounding*. This is done by measuring the time necessary for a known amount of water to flow out of a tank into the layer at the wanted depth through a filtration probe (Khafagi procedure). In view of this in 1990 a series of engineering geophysical soundings was carried out at the planned waste deposit sites in order to determine the geological structure and to measure the filtration coefficient ('*k*') within the impermeable layers found by the soundings.

There is a close though not general relationship between the permeability and the natural gamma activity. With increasing natural gamma activity the permeability decreases nearly everywhere. If there is no other radiating material, e.g. radioactive waste, the natural gamma activity of the near-surface loose sediments originates mainly from the isotope potassium-40. A considerable quantity of this occurs in the important clay mineral illite. Therefore this physical parameter can be interpreted — with good approximation — as clay content. Formations of high clay content usually have low permeability. The validity of the relation is influenced — besides factors affecting the measuring accuracy — by the mineral composition, too. More precisely, it is influenced by the occurrence of the illite among the clay minerals of the given formation at the given site. So, if coefficient '*k*' is determined at several places within the penetrated depth range, sections of similar, higher or lower water permeability can correctly be marked on the basis of the activity log. All of this will be illustrated by the data of a survey carried out near Beret (a village in Zemplén county) (Fig. 28).

In the area thought to be favourable for depositing waste the near-surface Pannonian formations are less impermeable than was expected. The '*k*'-measurement carried out at a common depth of 9 m simultaneously to the soundings gave values of the order of 10^{-7} cm/s, but the natural gamma activity decreases at each point which indicates a sandy interbedding. Two investigations carried out later in this formation supported the conclusion. At one of the measuring points this permeable formation comes to 1 m below to the surface, so this area has been qualified unfavourable from the geological point of view and unfit for depositing dangerous waste.

In order to select sites for depositing dangerous waste, ground geophysical surveys of reconnaissance character (e.g. vertical electrical soundings) and engi-

nökgeofizikai szondázásokat telepítettünk, amelyekkel meghatároztuk a szivárgási tényezők értékeit is. Szerencsés módon a felszínközeli (tehát a keresett agyagréteget fedő) rétegek is vízzárónak bizonyultak, mert a feltárt, jól rétegzett kőzetlisztes-homokos összlet jólcementált, nagy karbonáttartalmú. Ily módon a méréseinkkel optimális helyet találtunk veszélyes hulladék tárolására.

1. 4. 2 Hulladéklerakók vizsgálata

A környezetvédelem egyik célja annak megakadályozása, hogy az emberi tevékenység által termelt hulladékokból kiáramló káros anyagok szétterjednek. Az előző fejezetben arra adtunk példákat, hogy hogyan kell kiválasztani a hulladéklerakók helyét, hogy a környezeti veszélyeket minimalizáljuk. Más a helyzet a már (gondatlanul, szakszerűtlenül vagy felelőtlenül) lerakott szemét és hulladéktömegekkel. Sok esetben (a nyomokat eltüntetendő) a szemételepet földdel betakarták, de ezzel a veszély nem szűnt meg: a szennyezés lehetősége időzített bombaként lapul a földben.

A geofizikai módszerek segítségével az ilyen "illegális" vagy "vad" lerakók detektálhatók. A mesterséges feltöltés fajlagos ellenállása általában jelentősen eltér a környezetétől, és a vegyes összetétel következtében széles határok között ingadozik. A "bolygatottság" radarmérésekkel, vagy igen érzékeny mágneses mérésekkel is kimutatható. Ha a szemét vagy hulladék elegendő mennyiségű mágnesezhető anyagot is tartalmazott, a szemételep magnetométeres felméréssel detektálható.

Ilyen méréseket végeztünk Kunszentmiklós körzetében. Felmerült a gyanú, hogy egy 2 m mélységű, általában szennyvíz tárolására használt tóba veszélyes anyagokat is tartalmazó vashordókat süllyesztettek el. Egy műanyag csónakba szerelt magnetométerrel feltérképeztük a tó felszínén a mágneses teret (30. ábra). A tó nagy része anomáliamentesnek bizonyult, de az ÉK-i sarkában kirajzolódó anomália a tó fenekén levő vashordók jelenlétére utal.

Jelenlegi hulladéklerakó helyeink nagy részére az előző fejezetben leírt megfontolások nem vonatkoznak. A kérdés most már nem az, hogy hová kellene tenni a szemetet, hanem az, hogy ahová mások tették, mennyire veszélyezteti környezetünket. A 31. ábrán bemutatott példánkon Szada község közelében (Pest m.) egy felhagyott homokbánya vált illegális szemételeppé. A helyi illetékesek terepegyengetéssel (a szemét betakarásával) és tiltó táblák kihelyezésével megoldottnak vélték a problémát. A hatósági közbelépést a néhány kilométerre lévő vízműtelep védelme indokolta. *Horizontális ellenállás-szelvényezéssel* a már eltemetett hulladék mennyiségét lehetett megbízhatóan megbecsülni és elterjedését lehatárolni. A *mérnökgeofizikai szondázások alapján* a harántolt 25–30 méteres mélységtartomány két részre különült: egy felső, zömmel homokból és kőzetlisztből álló kevésbé jó vízvezető összletre, és egy alsó, agyagos-kőzetlisztes kifejlődésű vízzáró, félig vízzáró összletre. A rétegek finomszerkezete azt mutatja, hogy

neering geophysical soundings of detailing character should be applied together. This will be illustrated by our survey carried out in the Vál-Vértesacsza area (Fejér county). At first sites were sought by vertical electrical soundings where there is a thick (>10 m) presumably impermeable clay layer near to the surface. Such a clay layer was found in a 2 km section of the 5.5 km long line (Fig. 29). Then engineering geophysical soundings were carried out and the filtration coefficient values were determined. Fortunately, the near-surface layers (which cover the sought clay layer) proved to be impermeable too, because the crossed and well-layered silty-sandy sequence is cemented, its carbonate content is high. So the survey resulted in finding an optimum site for depositing dangerous waste.

1. 4. 2 Investigation of waste deposits

One of the purposes of environmental protection is to prevent the spread of harmful materials originating from waste produced as a result of human activity. In the previous section examples were shown how to select sites for waste deposits so that environmental hazards are minimized. There is another situation if the waste and rubbish have already been deposited (neglectfully, inefficiently or irresponsibly). In order to obliterate the traces, in a lot of cases the waste deposits have been covered with soil, but this does not mean that the danger has disappeared: the possibility of contamination lurks in the ground like a time-bomb.

Geophysical methods are able to detect such 'illegal' deposits. The specific resistivity of a site that has been filled artificially generally differs considerably from that of its surroundings and fluctuates within wide limits depending on variable composition. The 'disturbed' (artificial) state can be detected by georadar (GPR) or very sensitive magnetic measurements as well. If the waste or refuse contains magnetizable material in sufficient quantity, the waste deposit can be detected by magnetometry.

Such a survey was carried out near Kunszentmiklós (Pest county). The suspicion arose that iron barrels containing dangerous materials were sunk in a 2 m deep pond used for storing waste water. The magnetic field at the surface of the pond was mapped with a magnetometer mounted on a plastic boat (Fig. 30). The biggest part of the pond showed no anomaly, but an anomaly found in the NE corner indicated the iron barrels on the bottom of the pond.

The considerations of the previous section do not refer to a large part of our present waste deposit sites. The question is not where to put the refuse, but how dangerous it is to our environment at the place where it was deposited by other people. In our example shown in Fig. 31, a disused sand pit near Szada (Pest county) has become an illegal dump for waste. The local authorities thought to solve the problem by levelling the ground (by covering the waste) and posting prohibitive official signs. Interference in this local matter was motivated by protecting the waterworks a few kilometres away. The quantity of the buried waste can

30. ábra. Mágneses térkép egy Kunszentmiklós környéki szennyvíztároló tó felszínéről (a ΔT értékek alapszintje: 47600 nT).

Az anomáliák értelmezése: 1 — vastárgyakat tartalmazó szemét; 2 — fémhordók



Fig. 30. Magnetic map, observed on a waste water pond near Kunszentmiklós (Bács-Kiskun county).

Reference ΔT level: 47600 nT.

Interpretation of the anomalies: 1 — rubbish containing iron objects; 2 — iron barrels



рис. 30. Карта магнитных аномалий над хранилищем загрязненных вод в окрестности Кунсентмиклоц (уровень сведения 47600 нТл).

Интерпретация аномалий: 1—мусор с железными предметами; 2—бочки из металла



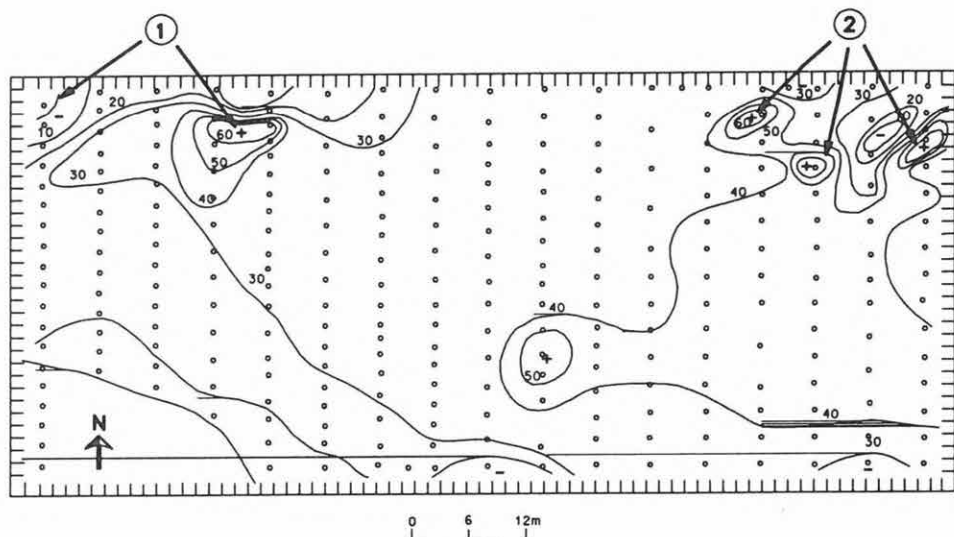
a vízvezető szakaszok is tartalmazhatnak vékony vízzáró rétegeket, ahogy a vízzáró szakaszokban is lehetnek vékony vízvezető betelepülések. A vertikális elektromos szondázások görbéinek interpretációja a zömmel vízzáró képződményekből álló alsó összlet 100 m-nél nagyobb vastagságát bizonyítják. A filteres szondák segítségével 10 m körüli mélységből vett vízminták laborvizsgálatára egészségre veszélyes mértékű bakteriológiai és vegyi szennyeződést jelzett.

A geofizikai mérések és a laboranalízis eredményei tehát egy visszavonhatatlanul bekövetkezett szennyeződést jeleznek, amely a mélység felé csak nagyon lassan, horizontális irányban viszont, ha nem is gyorsan, de számottevő sebességgel fog terjedni. A vándorlás várható iránya a vízzáró összlet felszínének lejtésiránya. Az csak véletlen, hogy a korábban említett vízmű éppen ellenkező irányban van.

1. 4. 3 Környezeti károk feltárása — olajszenyezés

A geofizikai vizsgálatok nemcsak a környezeti károk megelőzéséhez tudnak hozzájárulni, hanem a már bekövetkezett károk elhárítását is segíthetik. A környezeti károsodások egyik leggyakoribb formája a szénhidrogén-szenyeződés. A kőolaj származékai a talajvíz hátán szállítódva lassan, de alattomosan beszenyezhetik a kutakat és a vízmű-létesítményeket.

A mérnökgeofizikai szondázásokkal a talaj szénhidrogén-szenyezettsége mint nagy hidrogéntartalmú közet-alkotórész közvetlenül is kimutatható, de be rendezéseink zavartalan talajminták azonnali kiemelését is lehetővé teszik, így a szenyezettség mértéke laborvizsgálatokkal pontosítható. Földtani radarmérésekkel remény van a szénhidrogén-szint felszínről történő közvetlen detektálására is. A környezeti károk minimalizálásához azonban a közvetett geofizikai eredmények is segítséget nyújtanak: a hidrológiai-hidrogeológiai állapotfelméréssel, a talajvíz



reliably be estimated and its extent can be determined by *horizontal resistivity profiling*. The penetrated depth interval of 25–30 m was divided into two sections on the basis of *engineering geophysical sounding data*. The upper part consists mainly of poorly permeable sand and silt; the lower one consists of clayey silt and is impermeable — semi-impermeable. The fine structure of the layers shows that the permeable sections may contain thin impermeable layers as thin permeable interbeddings may occur in impermeable sequences. The interpretation of *vertical electrical soundings* proves that the lower sequence consisting mainly of impermeable formations is thicker than 100 m. Laboratory examination of water samples taken from a depth of about 10 m by filter probe showed bacteriologic and chemical contamination dangerous to health.

The results of the geophysical survey and of the laboratory analysis indicate that contamination is inevitable. It will spread downwards very slowly, but horizontally it will spread — even if not quickly — with considerable speed. The expected migration direction is the slope of the surface of the impermeable sequence. It is only by chance that the waterworks mentioned above is in the opposite direction.

1. 4. 3 Revelation of environmental damage — contamination by oil

Geophysical research may contribute not only to preventing the environmental damage but it may help to avoid damage that has already occurred. One of the most frequent forms of environmental damage is contamination by hydrocarbon.

31. ábra. Geofizikai-földtani szelvény Szada község (Pest megye) felhagyott homokbányájában

1 — vízzáró agyagos képződmények; 2 — kevésbé vízzáró agyagos, kőzetlisztes képződmények; 3 — rossz vízvezető képződmények; 4 — jó vízvezető képződmények; 5 — illegálisan lerakott vegyes hulladék; 6 — a talajvízmozgás iránya; 7 — a hulladékból kiszivárgó oldatok iránya

Fig. 31. Geophysical-geological cross-section crossing an abandoned sandpit used for illegal waste disposal. Szada (Pest county)

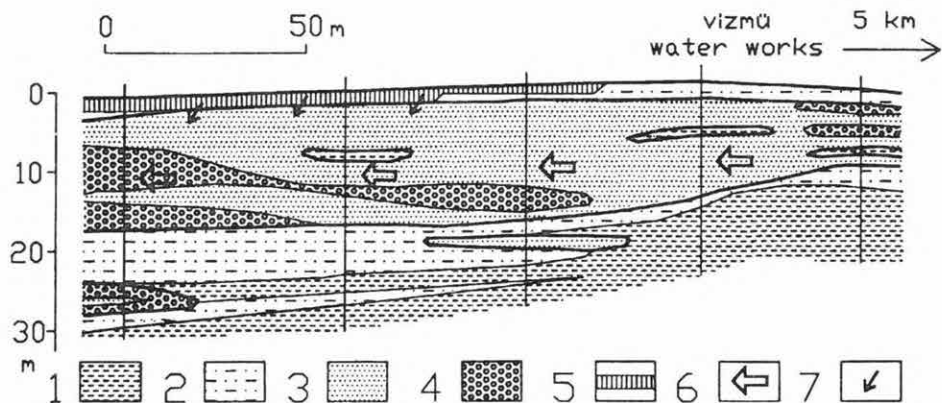
1 — impermeable clay complex; 2 — partly impermeable clayey-silty complex; 3 — slightly permeable complex; 4 — permeable complex; 5 — illegally dumped mixed waste; 6 — direction of groundwater flow; 7 — filtration direction of solutions leaching from waste deposit

рис. 31. Геолого-геофизический профиль через заброшенный карьер для добычи песков (с.Сада, обл.Пешт)

1— глинистые водоупоры; 2— менее водоупорные илестые образования; 3— слабые водопроводы; 4— хорошие водопроводы; 5— нелегально размещенные опасные отходы; 6— направление движения почвы; 7— направление движения растворов, высывающихся из отходов

mozgási irányának és sebességének ismeretével a védekezés megalapozható és megszervezhető.

A péceli vasútállomáson 1988-ban történt vasúti baleset a földtani felépítésre vonatkozó ismeretek fontosságát bizonyítja (32. ábra). A baleset következtében mintegy 50 t könnyű gázolaj ömlött a pálya mellé, amelynek nagy része a talajba szivárgott. A mindössze 150 m távolságban lévő vízműkutak jelenléte azonnali beavatkozást sürgetett. Földtani vizsgálatok nélkül került sor három figyelőkút lemélyítésére, és a töltés mentén 28 gázolajkinyerő kút telepítésére. Miután a figyelőkutakban több hónap elteltével sem jelent meg a szennyeződés és a felfogó kútsor is kis hatékonysággal működött, az illetékesek utóbb mégis szükségesnek látták a földtani-geofizikai feltárásokat. *Mérnökgeofizikai szondázásokkal* a vegyes felépítésű, laza üledékes összlet vízvezetőképességének kis periódusú helyi változásait ismertük meg és két ponton az *ekvipotenciális vonalak módszerével* a talajvíz mozgásának tényleges irányát határoztuk meg. Ez utóbbi a vízmű-létesítmények irányára nagyjából éppen merőleges volt. A geofizikai mérési eredmények alapján a felfogó kútsor meghosszabbítását javasoltuk. A javaslat nyomán telepített 4 kút a teljes visszanyert gázolaj 63%-át szolgáltatja.



Derivatives of oil that are transported on the surface of groundwater contaminate the wells and waterworks slowly but insidiously.

Hydrocarbon contamination of the soil as a rock element of high hydrogen content can directly be detected by engineering geophysical soundings. Our equipment enables us to take undisturbed soil samples so the degree of contamination can be made more accurate by laboratory measurements. Direct detection of hydrocarbon level can be expected from georadar (GPR) investigations. Indirect geophysical results may also help in minimizing environmental damage: protection against such damage can better be established and organized if the hydrologic-hydrogeologic status, and the direction and speed of groundwater movements are known.

The railway accident at Pécel railway station in 1988 proves the importance of information about the geological structure (Fig. 32). As a consequence of the accident, about 50 tons of light diesel oil flowed out close to the railway line and the major part of this infiltrated into the soil. There were water wells only 150 m away so prompt intervention was necessary. Three observation wells and — along the railway substructure — 28 wells for retrieving the diesel oil were drilled without geologic examination. No contamination had appeared in the observation wells after several months and the retrieving wells were operating with low efficiency, so later the authorities deemed geologic-geophysical research to be necessary. Small period local changes of the permeability of loose mixed build-up sediments were recognized by *engineering geophysical soundings*. At two points the actual direction of the groundwater movement was determined by *the method of equipotential lines*. This direction is about perpendicular to the line of the water wells. On the basis of geophysical results, it was suggested that the row of retrieving wells should be elongated. Four new wells that were drilled in accordance with this suggestion have so far led to the retrieval of 63% of diesel oil.



1.



2.



3.



4.



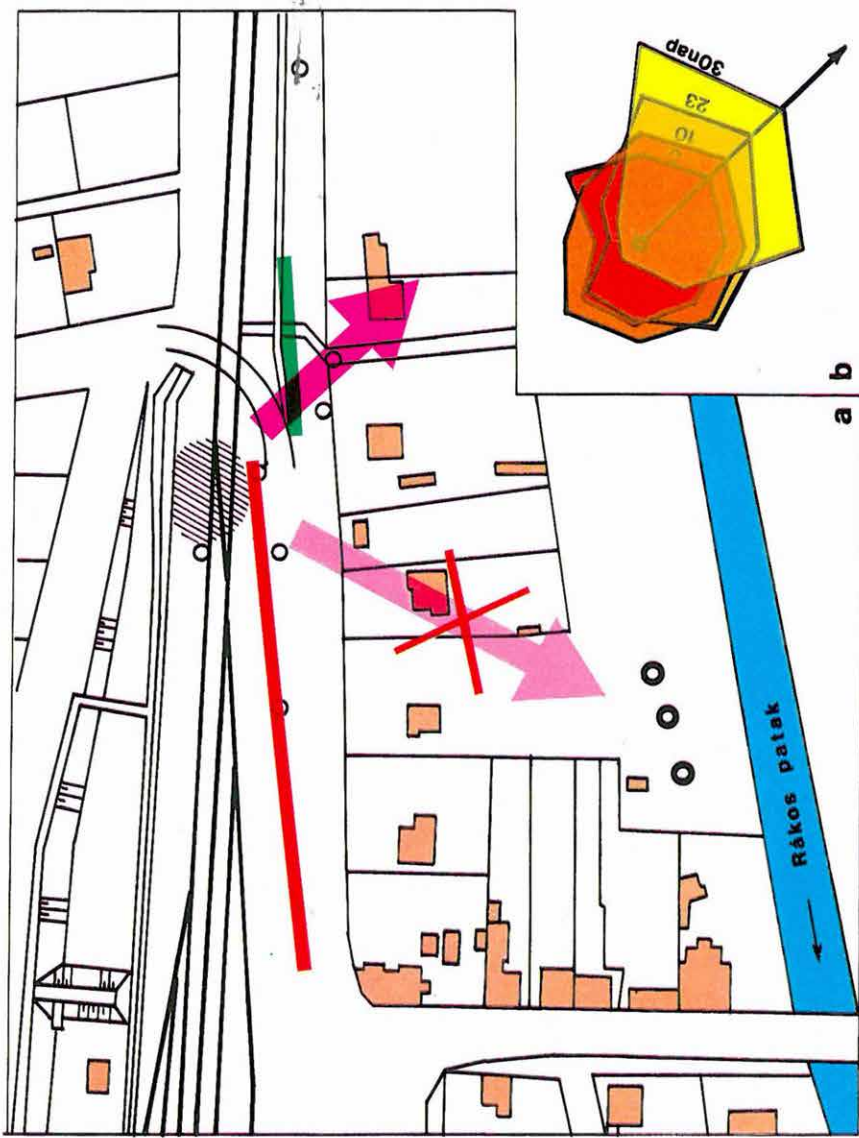
5.



6.



7.



a b

32. ábra. A péceli vasútállomáson történt olajszennyeződés helyszínrajza (a) és a talajvíz áramlási irányának meghatározása ekvipotenciális módszerrel (b)

1 — a baleset helye; 2 — termelő vízműutak; 3 — mérnökgeofizikai szondázás helye; 4 — a geofizikai vizsgálatok előtt telepített kútsor az olaj felfogására; 5 — a kútsor meghosszabbítása a geofizikai eredmények alapján; 6 — szennyeződés feltételezett mozgási iránya; 7 — valóságos talajvízmozgás

Fig. 32. Survey of oil pollution after railway accident at Pécel station (Pest county) (a) — locality map; (b) — determination of groundwater flow direction by the method of equipotentials

1 — accident site; 2 — existing water wells; 3 — penetration (EGS) sounding; 4 — wells to retrieve the oil, pegged out before the geophysical survey; 5 — new oil-retrieving wells drilled on the basis of geophysical results; 6 — presumable movement of contamination; 7 — proved groundwater flow

рис. 32. План-схема (а) загрязнения нефтью на железнодорожной станции Пецел и определение направления миграции грунтовых вод эквипотенциальным способом (b)

1 — место происшествия; 2 — вододобывающие скважины; 3 — инженерно-геофизическое зондирование; 4 — скважины для сбора нефти, размещенные до геофизических исследований; 5 — скважины, размещенные по данным геофизических исследований; 6 — предполагаемое направление миграции загрязнения; 7 — фактическое направление миграции грунтовых вод