

A szilárdásvány- és a vízkutató mélyfúrás-geofizika fejlődése az utóbbi 50 évben

Első rész: csörlős berendezések, felszíni műszerek, regisztrálók

SZONGOTH G.[®], BURÁNSZKI J.

Geo-Log Környezetvédelmi és Geofizikai Kft., 1145 Budapest, Szugló u. 54.

[®]E-mail: posta@geo-log.hu

Bevezetés

1971-ben végeztem az Eötvös Loránd Tudományegyetemen, és ennek az évnek az őszétől az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben (ELGI) kezdtem dolgozni, így alkalmam volt nyomon követni az utóbbi majdnem 50 évben a szilárdásvány- és vízkutató mélyfúrás-geofizika (módszer, műszer) fejlődését az analóg kortól a teljes digitális korig. *Buránszki József* kollégám 1982-től dolgozott az ELGI-ben, és kisebb megszakítás után 2004-től a Geo-Log-ban, így ő is aktív résztvevője volt ennek a kornak.

Az ELGI 1970-ben költözött a Columbus utcai székházba, és *dr. Müller Pál* igazgató vezetésével gyors fejlődésnek indult. Különösen a műszerfejlesztés és gyártás, valamint a párhuzamosan folyó módszertani fejlesztések voltak sikeresek. 1971-ben még nem voltak személyi számítógépek, illetve processzorok, ez éppen a digitális világ kezdete volt. Szó sem lehetett nyugati alkatrészek vagy műszerek vásárlásáról, mindent magunknak kellett kifejleszteni. Szerencsére volt az Intézetben néhány igen jó szakember, így a műszerfejlesztésünk a KGST¹-n belül, de néhány termék-nél még világviszonylatban is, igen sikeres volt. Ezen belül is élenjáró volt a mélyfúrás-geofizika, tucatszám adtuk el a K-300 és K-500-as UAZ-ra épített 300 és 500 méteres csörlős berendezéseket, műszerekkel és szondákkal. Megindult a digitális fejlesztés is, ebben is élenjárók voltunk a környező országokhoz képest, és előbb volt digitális műszerkocsink, mint a hazai olajiparnak.

Sajnos a KGST mindent felvásárló „falánksága” elkényelmesítette a fejlesztést. Hibás döntés volt például olajipari szondák gyártása, mert ott nem lehetett versenyezni az amerikai gyártókkal, viszont elvonta a humán- és pénzügyi erőforrásokat a többi fejlesztés és gyártás elől. Aztán bekövetkezett a rendszerváltás, a piac beszűkült és jöttek a leépítések (1993). Ezzel vége is lett az ELGI műszerfejlesztésének, sőt néhány év múlva magának a gyakorlati karotázstevékenységének is. A műszergyártást a Geoport Kft.

vitte tovább, ők hazai és néhány külföldi piacra (Ausztria, Tunisz) gyártják a mérőberendezéseket (csörlő és digitális mérésadatgyűjtő), valamint az ELGI-ben kifejlesztett szondákat.

A mérési, valamint a módszer- és műszerfejlesztési tevékenységet az 1990-ben alakult Geo-Log Kft. folytatta és működik sikeresen immár több mint 29 éve. Meghatározó céggé vált Közép-Európában, valószínűleg Németországig nincs hasonló „méretű” karotázsvállalkozás. Műszerezettsége és tevékenysége követi a világszínvonalat, a legfejlettebb új műszereket (akusztikus lyuktelevízió, Dipméter, NMR, forgófejes színes videokamera) külföldről szerzi be vagy bérlő, de az alap műszerezettsége saját fejlesztésű. Így az ELGI korábbi tevékenysége nem veszett kárba, legalábbis a szervizmunka területén, de a nagy volumenű műszerfejlesztés és -gyártás – amellyel a világszínvonal közelében voltunk – már a múlté.

A továbbiakban áttekintjük, hogy honnan indult és hová fejlődött az elmúlt 50 év alatt a mélyfúrás-geofizika Magyarországon a földtani alap kutatás, a szilárdásvány- és a vízkutatás területén.

A mérföldkövek:

- A kezdetek (analóg világ) 1975-ig
- Digitális fejlesztések kora 1975–1990
- 100%-os digitális adatrögzítés 1990-től
- Nagy sebességű digitális adatátvitel hagyományos karotázskábelben 2015-től

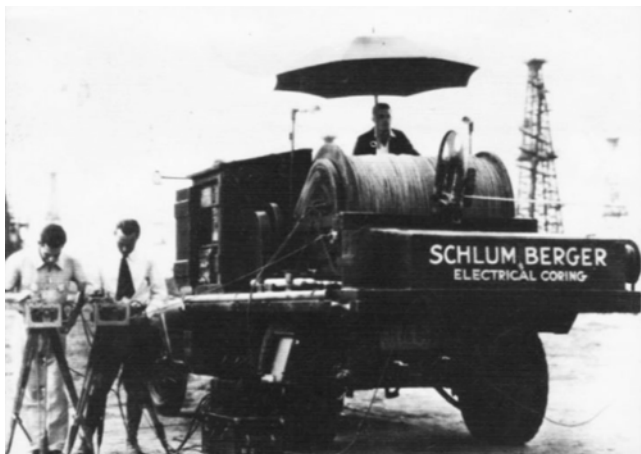
Csőrlős berendezések

A csörlős berendezések két fő egysége a terepjáró hordozójármű és a mérőkábelt tartalmazó csörlőmű, valamint annak tartozékai: csörlővezérlő, sorrakó, mélységjeladó, kollektor, kábelfej, kábelterhelés-mérő.

Terepjáró gépkocsik

Nehéz megállni, hogy az elején ne mutassuk be a karotázsbereendezések őst, a Schlumberger testvérek mérőberendezését a 20-as évekből.

¹ KGST – a szocialista országok Kölcsonös Gazdasági Segítség Tanácsa volt.



1. ábra. Az első karotázsberendezés az 1920-as évekből

Ennél már valamivel korszerűbb gépkocsiállományunk volt a 70-es években: a kis berendezések (K-500) UAZ-ok, a közepesek (K-1500) GAZ-66-ok, a nagy berendezések (K-3000) ZIL-131-es szovjet terepjárók voltak. (A berendezések nevében a szám ekkor még a maximális mérési mélységet jelzi.)

Az UAZ-ok csodálatos terepjárók voltak, még a visontai külszíni bányát is bírták, csak az nem volt biztos, hogy a 2×100 km országúti távolság megtételét probléma nélkül teljesítik-e.

A gépkocsiállomány az évek során természetesen jelentősen fejlődött, már lehetett „nyugati” járműveket is vásárolni. Áttértünk a Toyota Hiace 4×4-ekre, ezek jóval korszerűbbek, de kevésbé jó terepjárók, a jó visontai agyag nem nekik való. A 2000-es évektől aztán a Mercedes Sprinter terepjáró (4×4) 3,5 és 4,5 tonnás változatára esett a választásunk. Ezek drága, de megbízható járművek, némelyikkel több mint 800 ezer kilométert tettünk meg kb. 10 év alatt, állandó maximális terheléssel.



2. ábra. A ponyvás ZIL a Szovjetunióban (1975)
(Az első digitális karotázs műszerkocsi Magyarországon)

A kábeldobon a sorrakás már nem kábelkormánnyal történik, mint a kezdetekben, hanem különböző direkt sorrakók működnek, amelyek működési elvüket tekintve mind a LEBUS cég rendszerének különböző változatai,



3. ábra. Duplatetős UAZ-ok az iráni sivatagban (1990)
(Uránérckutatás)



4. ábra. Mercedes és Toyota műszerkocsik a Geo-Log telephelyén (2010)



5. ábra. A Tatra a Széchenyi Fürdő kútjánál (1998)



6. ábra. A Geo-Log új K-4000-es műszerkocsija (2019)

azonban közös bennük, hogy szellemes mechanikus szerkezetek. A hagyományos csúszóérintkezős kollektort az utóbbi években felváltotta az ún. higanyos kollektor, amely jóval megbízhatóbb, és kisebb szervizigényű.

A 70-es években még folyt érckutatás (Recsk, Börzsöny), szénkutatás pedig még a 80-as években is volt (pl. Eocén program), ezekhez a nagy kapacitású berendezések kellettek. Bár ezek a kutatások megszűntek, azonban a termálkutatás vizsgálatánál 2000–3000 méter kapacitású berendezésre továbbra is szükség van, és az állami feladatokhoz (Paksi helyszíni vizsgálatok, Bodai Agyagkő Formáció kutatása) kapcsolódó mélyföldtani kutatófúrások is nagyberendezést igényelnek.

A nagyberendezések sorában a ZIL-ek után a Tatra 815 következett, amely korszerű járműnek számított, igaz 35 évvel ezelőtt.

Manapság már igen korszerű teherautók léteznek (Mercedes, Volvo, Scania), mi a Renault MDB3, 14 t, 4×4-et választottuk, amely jóval rövidebb és könnyebb a Tátránál, és így könnyebb vele manőverezni a szűk fúrási területeken, és bejutni a budapesti telephelyünkre.



7. ábra. Tatra csörlővezérlő és kábelvezető pult

Csőrlőművek

A csörlőknél a direkt mechanikus hajtás helyett (ZIL, UAZ) a kis és közepes berendezéseknél áttértünk a gépkocsimotortól független elektromos hajtásra, a Tátránál és Renault-nál pedig a gépkocsi mellékmeghajtóműve vezérli a hidraulikus csörlőhajtást. A csörlővezérlés is nagyon leegyszerűsödött, a Renault-nál már „botkormány” lehet irányítani a csörlőt, a sebességtartomány 1-től 100 m/perc-ig terjed mindkét irányban.

A műszerkabin is megváltozott, már nincs kábelkormány, nincs bonyolult csörlővezérlő pult, a csörlő irányítása botkormánnyal történik, a sebességtartás automatikus, az aktuális mélység, sebesség, továbbá a kábelterhelés több kijelzőn és a mérést irányító laptopon is megjelenik.

A legnagyobb változás a mélységmérés területén történt, a mechanikus mélységzámoló és regisztráló meghajtás helyett 1975-ben bevezettük a digitális mélységjeladót, népszerű nevén „gombafejet”. Ez tette lehetővé, hogy elkezdjünk átérni a digitális adatrögzítésre, a képernyős kijelzésre, a mátrixprinteres regisztrálásra és a mérés közbeni számítások végzésére.



8. ábra. Renault műszerkabin



9. ábra. 2000-es csörlő egyszerű kábel megvezetéssel

A 9. ábrán bemutatunk egy 2000 méter kapacitású elektromos meghajtású csörlőt az eredeti gombafej-kialakítással, ahol egy kerék szorítja a kábelt a mérőkerékhez. Manapság egy korszerű mérőfejnél 6–8 vezetőkerék (10. ábra) biztosítja a kábel egyenes futását a mérőkeréken, ami lehetővé teszi a pontos mélységmérést.

A csörlőhöz, illetve a kábelhez nélkülözhetetlen tartozék a kábelfej. Az ELGI a 70-es évek elején tért át a gyorscsatlakozóra, az addigi igen körülményes, hosszú ideig tartó kábelerenkénti csatlakozásról (koszolás), ami ráadásul sok hiba forrása is volt. A gyorscsatlakozó egységes KGST-termék lett, talán a KGST-időszak legnagyobb haszna a karotázseszközök számára, mert ezt a kábelfejet (\varnothing 36 mm átmérő) azóta is sikerrel használjuk, néhány kisebb módosítással a mechanikus megerősítés érdekében.



10. ábra. Korszerű (nagy pontosságú) mérőkerék-kialakítás

Felszíni műszerek

A mélyfúrás-geofizika specialitása, hogy a detektorokat egy keskeny nyomásálló szondaházban engedjük be a fúrársba, míg a szondák tápellátását és a mért információ tárolását a felszínen levő műszeregyüttes biztosítja. A felszíni műszeregyüttes további feladata a mélységmérés és kijelzés, a mért görbék megjelenítése valamilyen regisztrálón, valamint a mért adatok tárolása.



11. ábra. FOK-GYEM műszer fotoregisztrálóval



12. ábra. Az utolsó analóg (ún. fekete) műszer digitális egységgel kiegészítve

A 70-es években az ELGI–FOK–GYEM koprodukcióban készült felszíni műszerekkel folytak a mérések. Ez a műszeregyüttes rack (fiókos állvány) rendszerű volt, minden rackfiók egy-egy adott típusú szondát kezelte. Külön rackfiók volt a táp, külön rackfiók fogadta és dolgozta fel a jeleket. A fiókok rengeteg kijelzőt, potenciométert és kapcsolót tartalmaztak. A megjelenítés filmre történt, a fotoregisztráló és a csörlő között az összeköttetést kardántengely biztosította. A mélység helyesbítés menete: a kábelre erősített mélységjeleket a terepi segéd munkás leintette, és az észlelő ez alapján a mélység helyesbítő szerkezet, az ún. „ratrapör” segítségével egyenletesen elosztotta – pozitív vagy negatív irányban – a mélységeltérést. Ezek a műszerek nagyon megbízhatóak voltak, több mint egy évtizedig készültek az időközben különböző új rackfiókokkal bővülő rendszerek.

A legkorszerűbb analóg műszer a 70-es évek végén készült el. Ez már emelet beosztású volt (elektromos, nukleáris, akusztikus emelet), papíros regisztrálóval és volt digitalizáló emelet is: display, kazettafon (12. ábra).

Az első digitális műszerek

A digitális technikára való áttérés a 70-es évek közepén kezdődött. 1975-ben kaptuk azt a feladatot az ELGI-ben, hogy leheljük életet a K-3000-es (3000 méter kapacitás) digitális műszerrel felszerelt műszerkocsiba. Ez volt az első digitális berendezés Magyarországon (beleértve az olajipart is!) sőt az egész szocialista táborban. Ezzel a berendezéssel már minden mérést digitálisan rögzítettünk, még teljes akusztikus hullámképet, IP lecsengő görbét és természetes-gamma-spektrumot is, 1/2"-os NDK mágnesszalagos magnetofonra (sajnos fotó nem maradt fent erről az eszköztől). A berendezést sikerült használható állapotba hozni, évekig ezzel a berendezéssel végeztük a mélyebb fúrások mérését, és ezentúl rengeteg kísérleti mérést is végeztünk (neutronporozitás, akusztikus hullámkép-regisztrálás, spektrálmérés stb.) vele.

A berendezés beceneve „Nagy Digi” volt, ugyanis ebben az időszakban készült a KD-10 („Kis Digi”), majd KD-30-as digitalizáló (500 méterig), amelyek kazettafonra rögzítették a digitalizált analóg görbéket. A KD-30 már képernyővel is rendelkezett (12. ábra).



13. ábra. A KD-20 digitális műszer

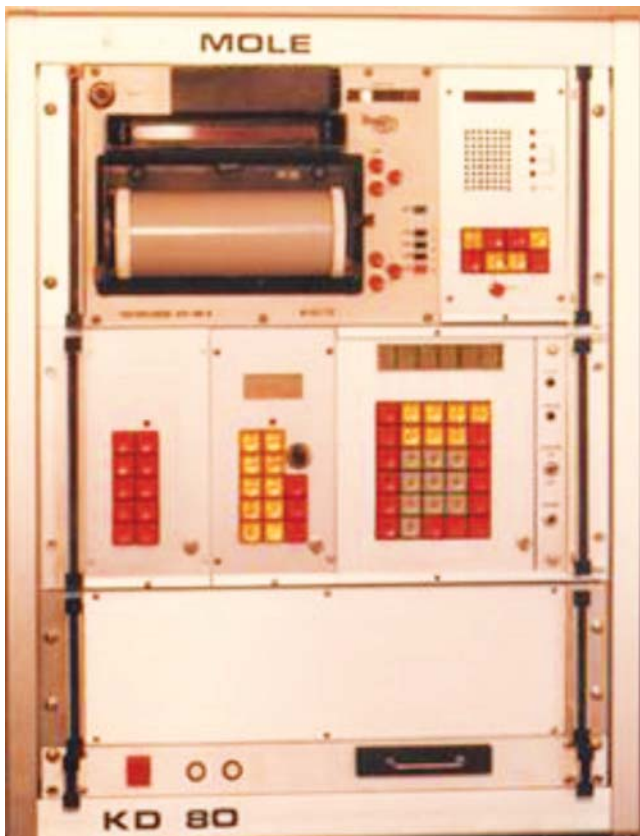


14. ábra. A KD-10 digitalizáló első változata

Az első processzort tartalmazó berendezés (KD-20) megtekinthető az ELGI által létrehozott Eötvös Loránd Enlégységgyűjtemény „Eötvös kora utáni műszerek” részében (14. ábra). Ez a műszer a KGST piacra készült, de a szoftvere – és így a műszer kezelése is – túl bonyolultultra sikerült, ezért nem volt piacképes, pedig 2 db drága Cartridge típusú mágnesszalagos egységet is tartalmazott. (A maradék Cartridge-okkal igen jó üzletet csináltunk, az OKGT-ekkel elcseréltük ezeket 2 db McKick típusú kiselejtett torony- és fordítókerékre, amelyeket még ma is használunk a mélyebb fúrásoknál.)

MOLE

A műszerfejlesztésben a nagy áttörés a MOLE berendezés fejlesztése volt. Az addigi digitális műszerépítési tapasztalatok alapján 1981-ben határoztuk el, hogy egy egyszerűen kezelhető, minden típusú mérést (elektromos, nukleáris, technikai, akusztikus, spektrál) kezelő processzorvezérelt műszert építünk. Az akkor hozzáférhető processzorok igen szerény képességűek voltak, ezek közül a Motorola MC-6800 (8 bites) processzort választottuk. A gyenge processzorkapacitás miatt az osztott intelligencia volt a koncepciónk, minden részegység (mélységmérő, központi egység, különböző típusú szondák tápegysége, display, regisztráló, digitális adatrögzítő) külön-külön processzort kapott. Az MC-6800-at később lecseréltük volna a 16 bites 68000-re, de addigra elfogyott ennek a támogatása, így maradt az eredeti processzor. A műszer neve KD-80 volt a KGST besorolásban, de mi



15. ábra. Az első MOLE (1983)

MOLE-ra (Microprocessor Organised Logging Equipment) kereszteltük (a kezdő képernyőn egy vakond – „mole” – ereszkedik le egy kábelén). A műszer első változata 1983-ban készült el, ezt a változatot a 15. ábra mutatja. Ekkor még nem készült el a képernyőmodul és a mágnesszalagos egység, a regisztrálás fotoregisztrálóra történt. 1-2 év alatt továbbfejlesztettük a berendezést, és kialakult a teljes rendszer (16. ábra).

A komplett MOLE az alábbi egységekből állt (fentről lefelé):



16. ábra. MOLE teljes kiépítése

- képernyő, kazettafon
- spektrál felszíni, akusztikus felszíni, kábelrendező fiók, mélységmérő egység
- analóg (elektromos) felszíni, nukleáris/technikai felszíni, EEPROM
- tápemelet, előtte: klaviatúra a programozáshoz; mellette: mátrixprinter, 1/2"-os magnó, programégető. (Az EEPROM elektromosan törölhető átmeneti memória volt a mért szelvények átmeneti tárolására és visszaolvasására a következő méréskor!)



17. ábra. Beépíthető New Mole műszer

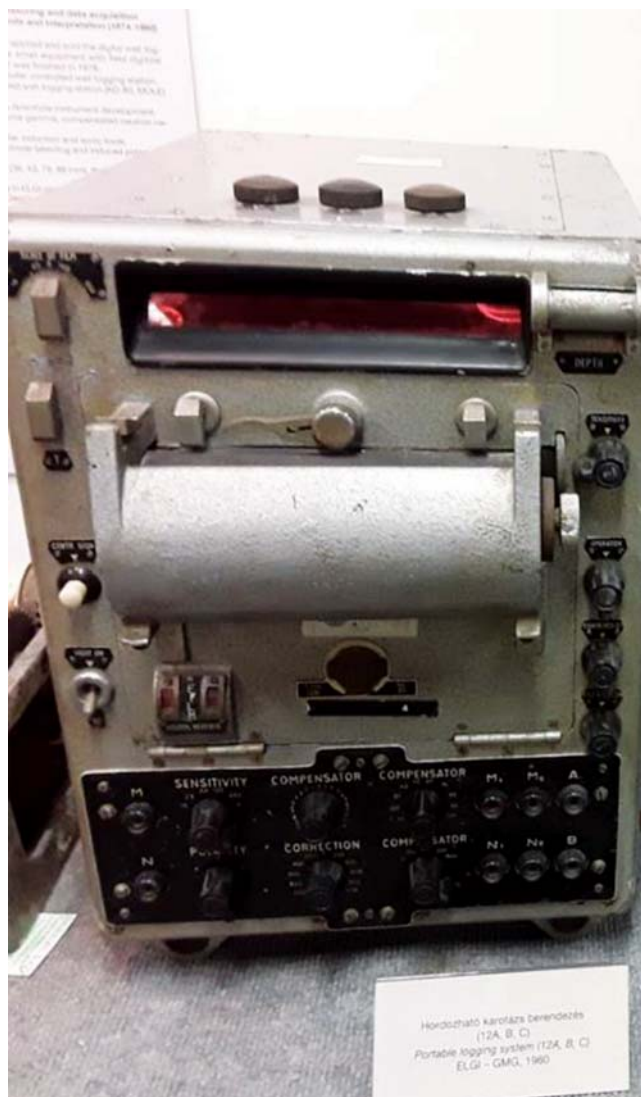


18. ábra. Hordozható New Mole műszer

A MOLE-t több magyar cég is használta, és eladtunk belőle az egykori szocialista országokba (Románia, Szovjetunió, Csehszlovákia) néhány darabot. Az évek során számos korszerűsítést végeztünk, különösen a digitális adatrögzítés fejlődött: a kazettafont és az 1/2"-os magneto-font sorra felváltották a következők: 5/4"-os, majd 3/8"-os floppy, CD, DVD és végül a pendrive. A MOLE-t 6 mérőkocsiban 33 évig használtuk (egy berendezésben még van működőképes példány), bejártuk vele Európa keleti felét és Németországtól Ciprusig, és mindenütt magas színvonalú, sikeres munkát végzünk vele.

Több évtized telt el, mire lehetőségünk adódott a MOLE műszer megújítására. Az új műszer (New Mole) 2016-ban készült el, és ma már csak ezt a műszert használjuk.

Ez a műszer már „csak” a szondák tápját látja el, és fogadja a különböző típusú információkat. A mérésvezérlést, az adatok feldolgozását, tárolását és megjelenítését egy nagy kapacitású laptopon működő célszoftver biztosítja. A berendezés digitális szondajeleket is fogad, így kezeli a nagy felbontású színes kamerák információit is.



19. ábra. Egy ősi fotoregisztráló

A műszert kétféle kivitelben készítjük, lapos, beépíthető és hordozható változatban.

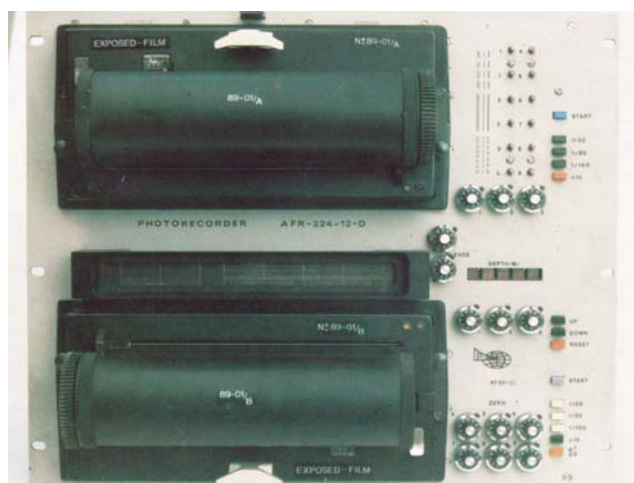
A MOLE mellett más részlegnél más műszerfejlesztés is folyt. Egyik ilyen műszert, a Welldas 2012 műszert a Geoport Kft. ma is gyártja, ilyen műszert használnak ma a magyarországi kisebb karotázscégek.

Regisztrálók

A mért görbékét eredetileg csak fotoregisztrálókon jelenítettük meg, amelyek csodálatos finommechanikai alkotások voltak, 10–12 galvanométerrel, egy keskenyebb és egy szélesebb rajz mezővel. Lehetett hüvelykes és cm-es, lineáris és logaritmikus raszter mezőt választani és az egész mérés alatt koncentráltan figyelni a galvanométer mozgását, kell-e valamit változtatni a beállításokon. A mérés után jött a film előhívása, fixálása, mosása és szárítása. Egy 1000 m-es recski fúrás 1:200-as léptékű felvétele 5 méter hosszú volt, ismétlésekkel 6 méter, ezt nem volt könnyű úgy szárítani, hogy a film ne ragadjon össze. Nem beszélve arról, hogy mi történt, ha a segédmunkás először a fixírbete a filmet, vagy az fényt kapott hívás közben.

A 20. ábra egy duplakazettás fotoregisztráló előlapját mutatja. Látható, hogy a kezelése nem volt egyszerű (14 helipot, 14 nyomógomb, 12 kapcsoló, mélységkijelző, galvanométer, max. 9 szelvényrögzítési lehetőség). Az észlelőnek az 1–9 görbét a keskeny kijelzőn kellett követnie az egész mérés alatt, ha egy méréstartományt rosszul állított be, kezdhette előlről a mérést. A dupla kazettára azért volt szükség, hogy egyszerre 2 léptékben lehessen felvételt készíteni. Ebből a típusú regisztrálóból (szerencsére) csak egy készült 1989-ben. A szimpla fotoregisztrálókat (14. és 15. ábra) évekig sikeresen alkalmaztuk.

A fotoregisztrálók kiváltására különböző típusú direktírókat szereztünk be, illetve gyártottunk. A 21. ábra egy 4 csatornás direktírót ábrázol, melynek a kezelése sem volt egyszerű, pedig csak max. 4 szelvényt lehetett egyszerre regisztrálni.



20. ábra. Duplakazettás fotoregisztráló



21. ábra. Különböző típusú direktirók

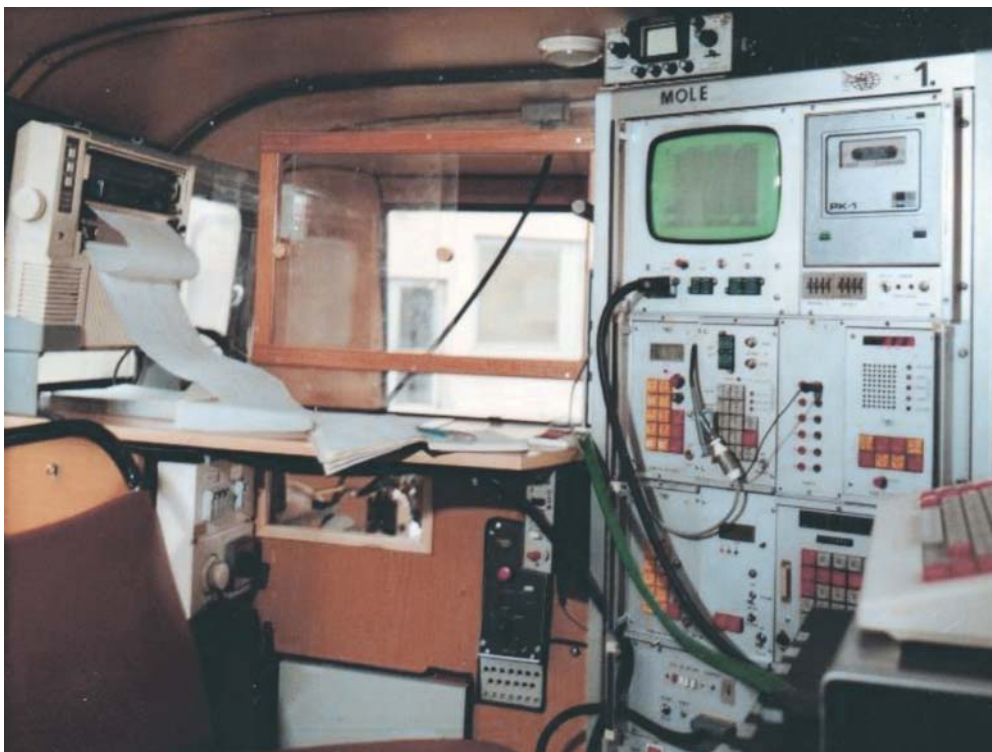
A golyóstollas regisztrálóba beleragadt a golyó, a filctollasba beszáradt a tinta. A regisztrálópapír nedves időben megpuhult, szakította a toll, nem vezették egyenesen a görgők. Max. 2–4 mezőbe lehetett regisztrálni – nem volt öröm dolgozni ezekkel a regisztrálókkal. Az igazi áttörést a mátrixprinter alkalmazása jelentette, persze erre csak akkor kerülhetett sor, amikor már megjelentek a processzoros mérőműszerek. Az Epson FX 850 típusú mátrixprinter



22. ábra. Négycsatornás direktiró

rixprinter hihetetlen strapabíró, 2 példányra Iránt is megjárta egy-egy UAZ falára szerelve, nem számított a 45 °C-os hőség, a rázkódás, így Irán után még évtizedekig használtuk. Mérés közben indigós papírral dupla, sőt tripla példányt is lehetett nyomtatni, egyet a helyszínen tudtunk hagyni a fúrónak, egyetadtunk a geológusnak és nekünk is maradt egy példány. Jelenleg is ilyen nyomtatók vannak a mérőkocsikban, de már ritkán használjuk, mert digitálisan adjuk át az adatokat a megrendelőnek és küldjük be az irodánkba.

(A következő számban a szondákkal és a módszertannal folytatjuk az ismertetést.)



23. ábra. Klasszikus műszerkabinbelső, falra szerelt Epson FX-850 regisztrálóval és MOLE műszerrel

Szongoth Gábor, Buránszki József